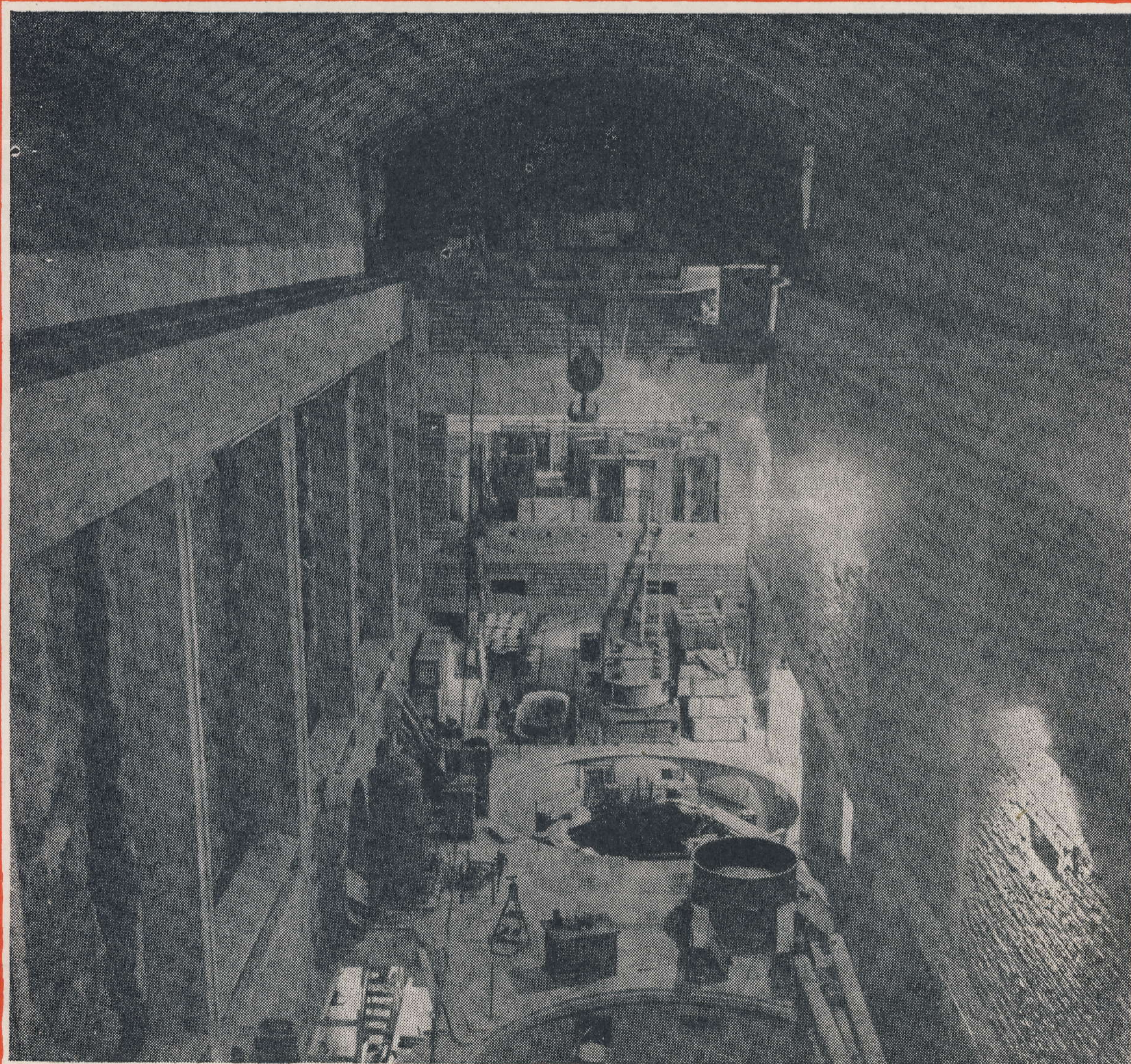
GRAĐEVINAR

10 ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.
GODINA IX LISTOPAD 1957



HE JAJCE I. — strojara u izgradnji —projektovao ELEKTROPROJEKT, Sarajevo

»GRAĐEVINAR«

GOD. IX. BROJ 10

SADRŽAJ:

SARADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU!

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuje unašanje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.
Više slika, manje teksta — Vašem će se radu pokloniti više pažnje!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!
Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.
RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.
Glavni urednik: Dr. ing. Ervin Nonveiller.
Tehnički urednik: Ing. Lida Zlatić.

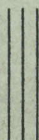
Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 36-271 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 40-KB-4/Ž-1151

Tisak »TIPOGRAFIJA« grafičko-nakladni zavod, Zagreb

„HIDROELEKTRA"

GRAĐEVNO PODUZEĆE

DIREKCIJA:



ZAGREB

REMETINEČKA 10

SPECIJALIZIRANO PODUZEĆE
ZA IZGRADNJU HIDROELEKTRANA
I SVIH VRSTI PODZEMNIH
RADOVA.

IZVODI SVE VRSTI GRAĐEVINSKIH RADOVA

GRAĐEVINAR

GOD. IX. LISTOPAD 1957 BROJ 10

NOVI DRUMSKI MOST PREKO SAVE U BEOGRADU

Ing. **Miodrag Milosavljević**, prof. univerziteta, Beograd

1. Uvod

Viseći most preko Save koji je pre Drugog svetskog rata vezivao Beograd sa Zemunom nije bio dugog veka. Posle šest i po godina od puštanja u saobraćaj taj su most već u prvim danima rata 1941 godine srušile inženjerske jedinice bivše jugoslovenske vojske pri napuštanju Beograda. Time je uništena jedina veza za drumski seobraćaj između Beograda i Zemuna. U toku samog rata nemačke okupacione vlasti podigle su uzvodno od porušenog mosta novi drumski most od čelične konstrukcije koja je bila pre rata nabavljena za most preko Tise kod Žablja. Po načinu fundiranja stubova ovaj most, sagrađen za vreme rata, ima ograničen vek trajanja, koji je još više smanjen teškim oštećenjima čelične konstrukcije od miniranja i artiljerijskih pogodaka pri povlačenju okupatora 1944 godine. Popravljen na brzu ruku posle oslobođenja, taj most nije mogao da savlada saobraćaj između Beograda i Zemuna koji se naglim privrednim razvojem naše zemlje povećavao iz godine u godinu sve više i više. Već 1952 godine jedna stručna komisija NO grada Beograda, koja je pregledala konstrukciju ovog privremenog mosta, došla je do zaključka da je potrebno što pre pristupiti građenju novog mosta, jer je privremeni most i dotrajao i nedovoljan po svojoj propusnoj moći za drumski saobraćaj između Beograda i Zemuna.

NO grada Beograda, odmah posle toga, obrazovao je specijalnu komisiju stručnjaka, sastavljenu većim delom od profesora Građevinskog fakulteta u Beogradu, kojoj je poverio zadatak da pripremi uslove za raspisivanje ofertalne licitacije za građenje novog drumskog mosta, kao i da se stara o mostu do završetka radova.

S obzirom na hitnost građenja, komisija je u najkraćem roku proučila probleme koji su se pojavili u vezi sa građenjem novog mosta i sastavila uslove za licitaciju. Pri sastavljanju tih uslova komisija se držala osnovne zamisli: da se donji stroj i preostali delovi bivšeg visećeg mosta iskoriste u najvećoj mogućoj meri, da se pri građenju novog mosta ne ponove neki nedostaci bivšeg mosta i da se dobije što racionalnija konstrukcija koja će pretstavljati poslednje rezultate savremene tehnike građenja takvih mostova u svetu.

U tome duhu komisija je u licitacionim uslovima postavila zahtev da noseća konstrukcija bude ispod kolovoza i da širina kolovoza i pešačkih staza bude 3,0 + 12,0 + 3,0 = 18,0 m. U pogledu nivelete propisane su dve alternative: jedna, sa jednostranim padom od Beograda ka Zemunu za gredne sisteme i druga, simetrična prema sredini rečnog otvora, sa padovima 0,5% na jednu i drugu stranu za viseće sisteme mostova. Da bi troškovi građenja novog mosta bili svedeni na što manju meru, komisija je predvidela da se konstrukcija proste grede iznad Karađorđeve ulice, koja je ostala od starog mosta skoro neoštećena, iskoristi sa izvesnom rekonstrukcijom i za novi most. Isto tako odlučeno je da se i armirana betonska konstrukcija rampe na prilazu sa Zemunske strane rekonstruiše i zadrži na novom mostu. Prema tome, u licitacionim uslovima tražena je ponuda samo za čeličnu konstrukciju mosta iznad rečnog korita, zadržavajući raspone 75+261+75 m kakvi su bili i na starom mostu.

Opterećenje mosta je propisano prema našim PTP 5 sa dodatkom trolejbuskog saobraćaja preko mosta. Pored toga, uslovima su bila obuhvaćena i opterećenja koja proističu iz zahteva Gradskog vodovoda i PTT službe.

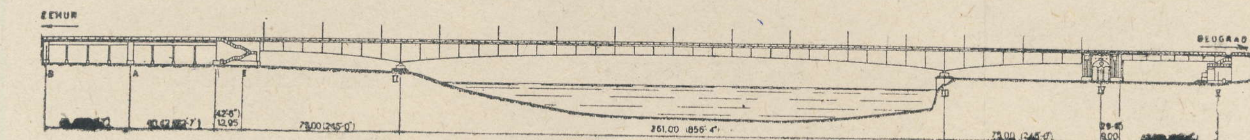
U uslovima su preporučeni viseći i gredni sistemi, ali je ostavljena sloboda ponuđačima da mogu predložiti i druge sisteme, vodeći računa o ekonomskim uslovima i estetskim zahtevima s obzirom na to da je u pitanju gradski most.

Na osnovu tako sastavljenih uslova raspisana je bila 15. XII. 1952. ofertalna licitacija međunarodnog karaktera. Rok za podnošenje ponuda bio je određen 25 mart 1953 god. Na toj ofertalnoj licitaciji dobijene su ponude od 10 preduzeća sa ukupno 32 alternativna rešenja i to: udružena preduzeća iz naše zemlje sa tri alternativna projekta, dva preduzeća iz Francuske sa 4 projekta, jedno preduzeće iz Austrije sa tri projekta, pet preduzeća iz Zapadne Nemačke sa 21 alternativnim projektom i jedno preduzeće iz Sara sa dva projekta. Svi ti projekti mogu se svrstati u ove konstruktivne sisteme: kontinualni gredni sistemi, viseći sistemi sa kablovima ankerovanim u oporce ili u gredu za ukrućenje ili sa delimičnim ankerovanjem u oporce, gredni sistemi sa kosim vešaljkama, Gerberov sistem sa trećim pojasem i najzad Gerberov sistem kombinovan od grede sa prepustom od prednapregnutog betona i proste grede u srednjem otvoru od čelika.

Posle detaljnog proučavanja karakteristika svih tih ponuđenih projekata u ekonomskom, konstruktivnom i estetskom pogledu, komisija je predložila

NO-u grada Beograda projekat preduzeća *Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg* (MAN) kao najpovoljnije rešenje za građenje drumskog mosta preko Save u Beogradu. Tim projektom predviđena je konstrukcija mosta kontinualnog sistema 75 + 261+75 m sa lakom kolovoznom tablom od ortogonalno anizotropne čelične ploče i sa kolovoznim zastorom od 5 cm asfalta koji je položen direktno preko čelične ploče. Težina čelične konstrukcije ovoga mosta prema ponudi iznosila je okruglo 3800 t, što je u odnosu na stari viseći most predstavljalo smanjenje u težini za oko 3000 t.

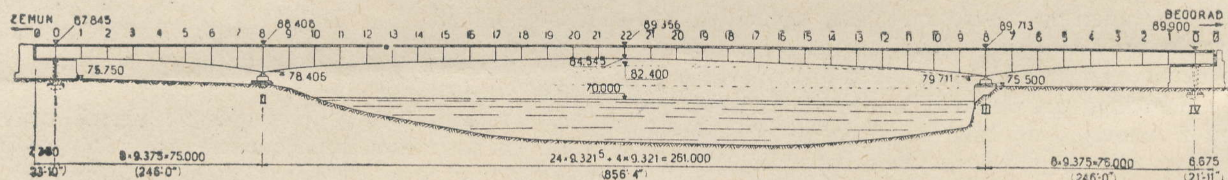
Građenje novog mosta prema tome projektu povereno je grupi preduzeća pod nazivom *Zajednica* koju su sačinjavali: *Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg* (MAN) iz Gustavsburga u Zapadnoj Njemačkoj, *Đuro Đaković* iz Slavonskog Broda, *Dragoljub Đorđević Goša* iz Smederevske Palanke i *Mostogradnja* iz Beograda. Firma MAN kao član *Zajednice* dobila je u zadatak da izradi projekat konstrukcije mosta i da isporuči čeličnu konstrukciju kolovozne table u težini oko 1400 t, dok je izrada glavnih nosača i ostalih delova mosta u težini oko 2400 t dodeljena domaćim preduzećima *Đuro Đaković i Dragoljub Đorđević Goša* po pola. Četvrti član *Zajednice,* preduzeće *Mostogradnja* primio je zadatak da montira čeličnu konstrukciju mosta, rekonstruiše stubove, kao i da izradi kolovozni zastor na mostu. Preduzeću *Mostogradnja* stavila je firma MAN na raspoloženje jedan deo krupnijeg alata za montažu kao i manji broj monterskog osoblja.



Sl. 1 — Izgled mosta

Rekonstrukciju čelične konstrukcije nad Karađorđevom ulicom raspona 47 m, kao i rekonstrukciju armirane betonske rampe na zemunskoj strani mosta izvelo je preduzeće *Pionir* iz Beograda po projektima *Direkcije za građenje mostova,* koja je vodila i neposredan nadzor nad izvršenjem svih radova na mostu.

U ovom kratkom članku biće prikazana u daljem izlaganju samo konstrukcija mosta nad Savom, koja pretstavlja u isto vreme i najvažniji i najinteresantniji deo u obnovi Savskog mosta.

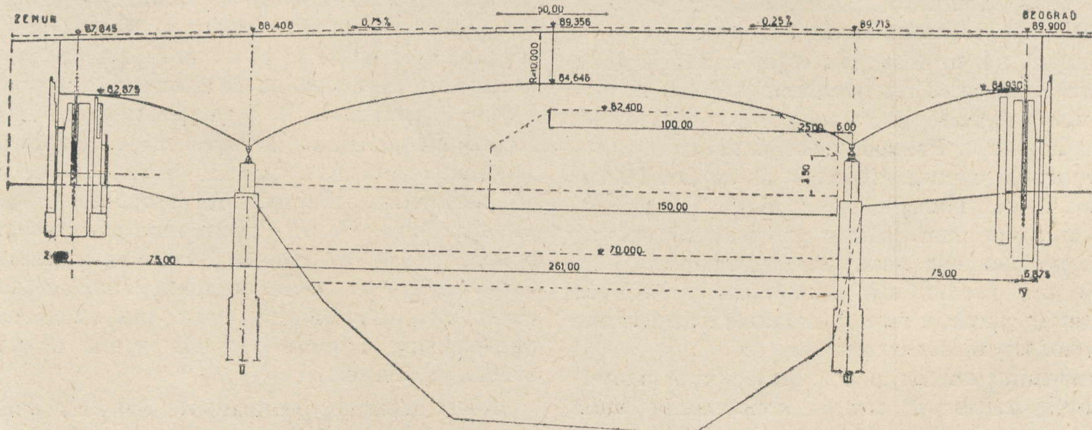


Sl. 2 — Podužni presek mosta

2. Opšta dispozicija mosta

Donji stroj mosta nad Savom sastoji se od četiri stuba koji su pripadali starom visećem mostu. Gornji deo tih stubova morao je biti rekonstruisan, da bi se prilagodio konstrukciji novoga mosta.

Gornji stroj mosta pretstavlja čeličnu konstrukciju u vidu kontinualnog punog nosača sa rasponima 75+261+75 m. Na gornjem pojasu konstrukcije nalazi se kolovoz širine 12 m i pešačke staze širine 3 metra.

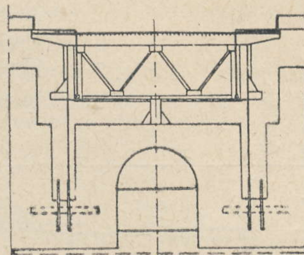


Sl. 3 — Iskrivljeni podužni profil

Noseća konstrukcija sastoji se od dva glavna nosača na razmaku od 12,10 m, koji su u gornjem delu povezani čeličnom kolovoznom tablom. U celini posmatrana, ta konstrukcija ima sandučast presek, otvoren sa donje strane.

Gornji pojas konstrukcije prati niveletu kolovoza, koja je sa Beogradske strane u padu od 0,25‰ sve do sredine rečnog otvora a dalje prema Zemunu u padu od 0,75‰. Prelom nivelete u sredini mosta je zaobljen na dužini od 50 m krivinom poluprečnika R = 10 000 m. Donji pojas konstrukcije ima krivolinijski oblik, usled čega je visina glavnih nosača promenljiva. Nad krajnjim stubovima I i IV visina je 4,76 m, u sredini 4,50 m, a nad srednjim stubovima II i III 9,60 m.

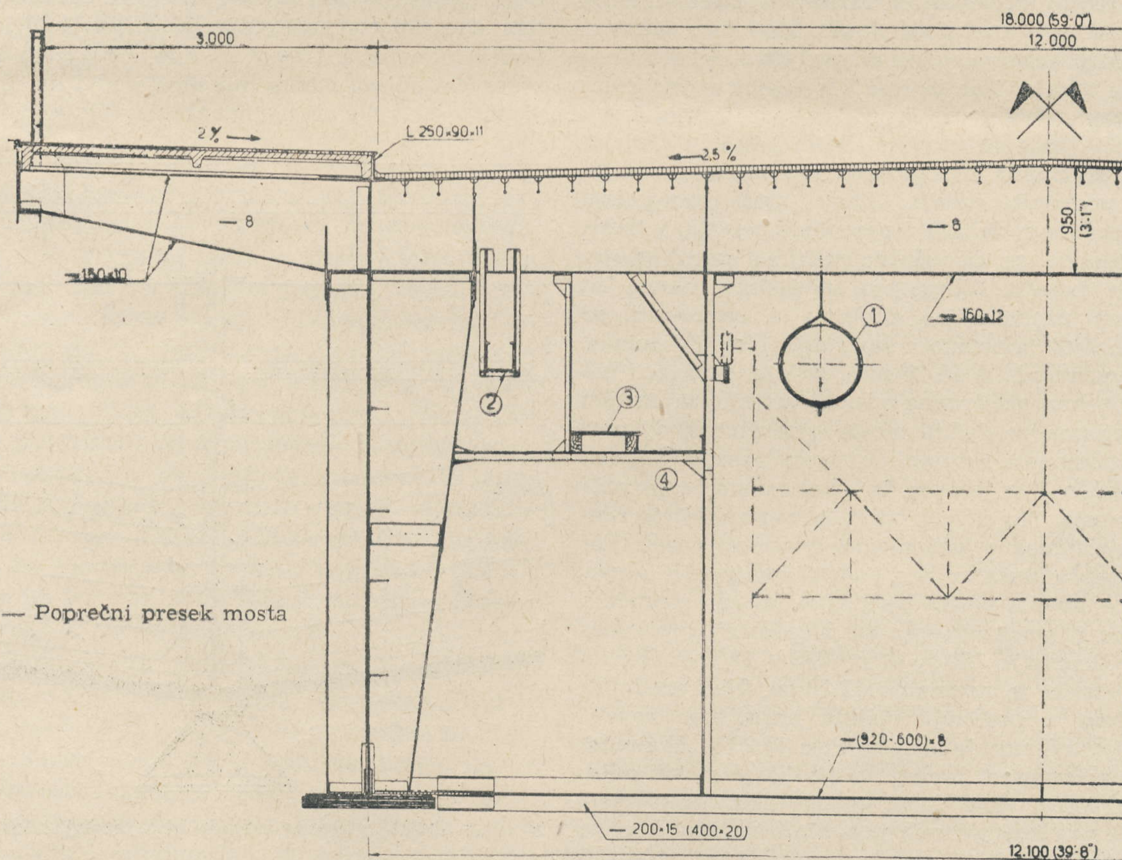
Gornji pojas noseće konstrukcije sačinjava čelična kolovozna tabla koja u isto vreme služi kao spreg protiv vetra. Donji pojasevi glavnih nosača vezani su u svakom čvoru čvrsto sa prečkama, sa kojima obrazuju Vierendeelov nosač. Taj Vierendeelov nosač u donjem pojasu ima dvojaku ulogu: da kao donji spreg primi pritisak vetra, i drugo, da osigura donji pojas glavnih nosača protiv bočnog izvijanja na delu gde ti pojasevi trpe pritisak. Na krajevima mosta postoje rešetkasta poprečna ukrućenja a nad srednjim osloncima puna ukrućenja između glavnih nosača, i služe za prenošenje reakcija gornjeg sprega protiv vetra na ležišta. Pored toga, kod čvorova 16 i $\overline{16}$ u srednjem otvoru predviđena su takođe poprečna ukrućenja u vidu punog čeličnog zida, i služe da prenesu reakciju donjeg sprega na spreg u ravni kolovoza. Na delu mosta između čvorova 16 i $\overline{16}$ pritisak vetra sa



Sl. 4 — Poprečni presek mosta u čvoru 0

glavnog nosača prenosi se preko poluokvira, koji postoje u svakome čvoru mosta, na gornji spreg odnosno kolovoznu tablu.

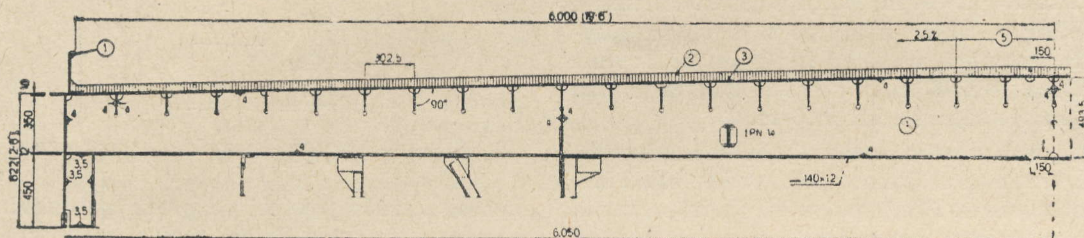
Nepokretno ležište je na stubu II, dok je na stubu III pokretno ležište kontinualne konstrukcije. Na oba kraja konstrukcija je snabdevena vertikalnim ankerima za prijem negativnih reakcija kako od pokretnog opterećenja, tako i od sopstvene težine. Te negativne reakcije dostižu maksimalnu veličinu od 630 t. Na srednjim osloncima su maksimalne reakcije od vertikalnog opterećenja 2550 t.



Sl. 5 — Poprečni presek mosta

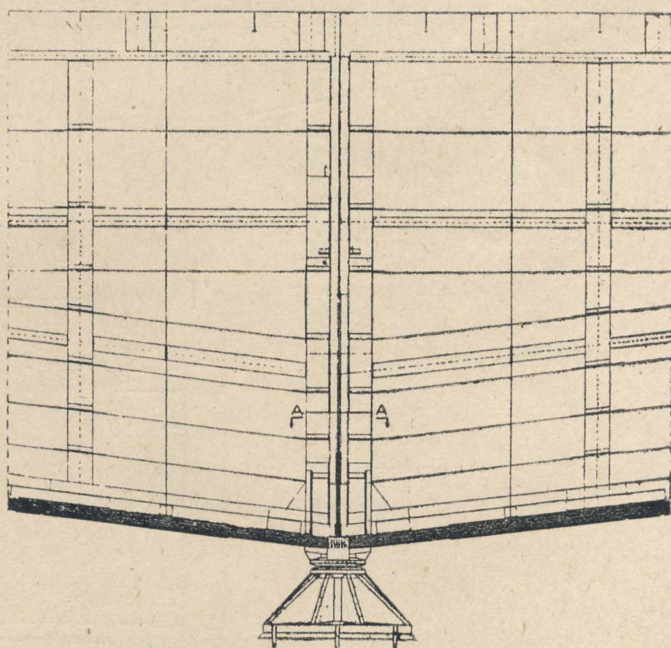
3. Konstruktivne pojedinonti čelične konstrukcije

Kolovozna tabla je izvedena kao ortogonalno anizotropna čelična ploča, kraće nazvana ortotropna ploča. Ona se sastoji od jedne limene table koja leži preko roštilja od podužnih rebara i poprečnih nosača. Svi ti sastavni delovi ortotropne ploče su među sobom spojeni zavarivanjem. Podužna rebra su na čitavoj dužini mosta na međusobnom razmaku od 302 mm, dok su poprečni nosači u krajnjim otvorima mosta na rastojanju od 1562 mm, a u srednjem otvoru 1554 mm. Limena tabla, koja pokriva roštilj od podužnih rebara i poprečnih nosača, ima pad od 2,5%, od sredine kolovoza prema ivičnjacima radi odvodnjavanja kolovoza. Ta tabla ima u statičkom pogledu trojaku ulogu: prvo, ona nosi opterećenja sa kolovoza između podužnih rebara, drugo, služi kao gornji pojas podužnih rebara i poprečnih nosača, i treće, čini zajedno sa podužnim rebrima gornji pojas glavnih nosača. Zbog ove poslednje uloge, taj lim ima promenljivu debljinu u zavisnosti od promenljivih momenata savijanja glavnih nosača, i ona varira od 10 do 25 mm. Iz istih razloga i podužna rebra ortotropne ploče variraju sa svojim dimenzijama po dužini mosta u zavisnosti od promene momenata savijanja glavnog nosača. No, ona su različita i u jednom te istom poprečnom preseku mosta, što dolazi od njihovog različitog stepena elastičnog oslanjanja na poprečni nosač. Podužna rebra pretstavljaju u statičkom pogledu kontinualne nosače preko beskrajno mnogo elastičnih oslonaca i konstruktivno su izvedena od pljošteg čelika dimenzija 120 × 10 do 200 × 25 mm. Širina limene table je normalno 12,30 m. Nad srednjim osloncima, u području velikih negativnih momenata, njena širina je povećana na 15,20 m. Poprečni nosači su zavareni limeni nosači čiji je gornji pojas limena tabla, dok donji pojas sačinjava lamela 160×12 mm kod glavnih poprečnih nosača, koji su na razmaku od 9,321 m odnosno 9,375 m, i 140×12 mm kod sekundarnih poprečnih nosača, s razmakom 1,554 m odnosno 1,562 m. Rebra glavnih poprečnih nosača imaju promenljivu visinu zbog nagiba kolovoza, i to u sredini 950 mm a na krajevima 800 mm. Sekundarni poprečni nosači imaju iz istih razloga u sredini visinu rebra 500 mm a na krajevima 350 mm. Donji pojas i jednih i drugih poprečnih nosača je horizontalan. Debljina njihovih rebara je 8 mm. Po dužini mosta ortotropna ploča ima montažne nastavke na razmaku od 3,15 m. Tako česti poprečni nastavci ortotropne ploče morali su biti predviđeni zbog mogućnosti transporta železnicom. Poprečni nastavci ortotropne ploče predviđeni su da se izvrše na montaži zavarivanjem.



Sl. 6 — Ortotropna ploča

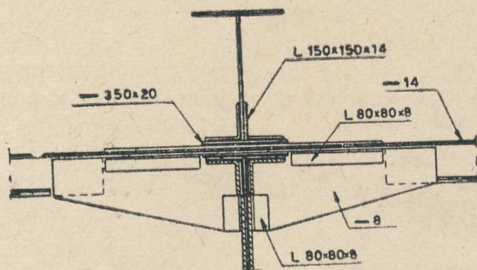
Glavni nosači su na razmaku od 12,10 m i sastoje se od jednoga rebra debljine 14 mm koje je na gornjem kraju zavareno na ortotropnu ploču. Donji pojas glavnih nosača čine dva obraza 400×8 mm, dva pojasna ugaonika 250 × 250 × 20 i paket lamela dimenzija 1200 × 20 mm. Broj ovih lamela u donjem pojasu varira duž mosta od 1 do 10 u zavisnosti od veličine momenata savijanja.



Sl. 7 — Detalj glavnog nosača nad srednjim osloncem

Zbog velike visine glavnih nosača morao je biti predviđen na čitavoj dužini mosta podužni montažni nastavak rebra. Pored toga na delovima glavnih nosača, u blizini srednjih oslonaca, gde visina rebra dostiže 9,60 m, predviđen je još po jedan podužni nastavak rebra, da bi se dobile dimenzije podesne za transport železnicom. Gornji deo rebra, visine oko 800 mm, zavaren je još u radionici na

horizontalni lim ortotropne ploče, pa je zbog toga predviđen još jedan montažni nastavak rebra na čitavoj dužini mosta, na oko 800 mm ispod kolovoza.



Sl. 8 — Presek A-A u sl. 7

Za obezbeđenje dovoljnog stepena sigurnosti protiv izbočavanja rebra glavnog nosača pod dejstvom napona smicanja i normalnih napona savijanja, postoji sistem poprečnih i podužnih ukrućenja koja su zavarena na rebro glavnih nosača sa unutarnje strane mosta. U svakom polju između glavnih poprečnih nosača postoji vertikalni montažni nastavak rebra i donjeg pojasa glavnih nosača, tako da je dužina montažnih delova glavnoga nosača oko 9,5 m.

Čelična konstrukcija mosta je delom zavarena, delom zakovana. Ortotropna ploča sa svojim podužnim rebrima i poprečnim nosačima pretstavlja u potpunosti zavarenu konstrukciju. Montažni nastavci ortotropne ploče takođe su izvedeni zavarivanjem, i to poprečni nastavci limene table Ellira postupkom, dok su nastavci podužnih rebara zavareni ručno. Glavni nosači i njihovi montažni nastavci izvedeni su zakivanjem. Kvalitet zavarenih šavova ortotropne ploče kako u radionici tako i na montaži kontrolisan je prozračavanjem. Na gradilištu su prozračeni rendgen aparatom, delom i izotopima, i snimljeni svi poprečni nastavci na limenoj tabli i nastavci podužnih rebara ortotropne ploče. Zakivanje debelih paketa pojasnih lamela, koji su na nastavcima dostizali izvanredno veliku debljinu od 240 mm, zahtevalo je naročiti postupak i posebnu obradu vrata zakivaka.

Za konstrukciju glavnih nosača i ortotropnu ploču upotrebljen je uglavnom visokovredni građevinski čelik Č. 52, dok je Č. 37 primenjen samo za izvesne delove mosta kao što su: vertikalna ukrućenja glavnih nosača, prečke Vierendeel sprega u donjem pojasu, poprečna ukrućenja između glavnih nosača u čvorovima 0 i 16, ograda i staza za nošenje električnih i telefonskih kablova. Čelični materijal je nabavljen u Zapadnoj Nemačkoj i njegov kvalitet odgovara uslovima koji su propisani od strane Nemačkih državnih železnica. Za ležišta je upotrebljen liveni i kovani čelik, i to za valjke pokretnog ležišta Č. 35. 61 a za ostale delove Č. 52. 81. S.

4. Opterećenje i dopušteni naponi

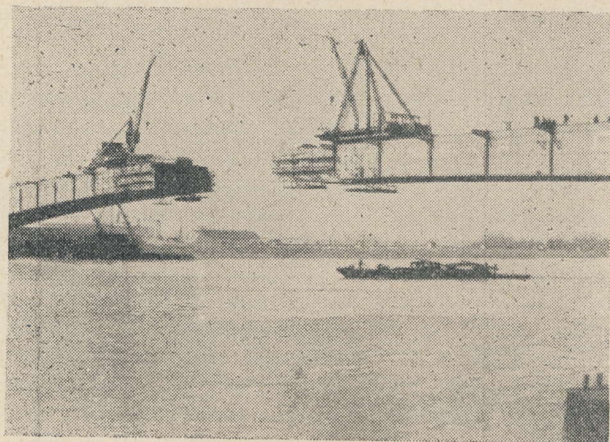
Konstrukcija mosta je računata i dimenzionisana za opterećenje koje je predviđeno u našim Privremenim tehničkim propisima za drumske mostove (PTP. 5). Prema ovim propisima glavni nosači su dimenzionisani za opterećenje od 4 motorna vozila po 13 t u najnepovoljnijem položaju i jednako podeljeno opterećenje p = 350 kg/m². Pored toga izvršena je kontrola napona za opterećenje od guseničara 60 t prema PTP. 5 kao i za teško vozilo od 60 t koje predviđaju nemački propisi DIN 1072. Opterećenje od vetra uzeto je za neopterećen most 250 kg/m², a za opterećen 90 kg/m². Maksimalno pomeranje oslonaca sračunato je za promenu temperature od ± 35° C. Mogućnost nejednakog zagrevanja gornjeg i donjeg pojasa glavnih nosača za 15° C uzeta je u obzir pri izračunavanju dopunskih napona.

Dopušteni naponi za ovaj most usvojeni su iz nemačkih propisa za drumske mostove DIN 1073. Posebno, za sračunavanje šavova sučeonih spojeva u ploči kolovozne table, podužnim rebrima i poprečnim nosačima ortotropne ploče poslužili su kao osnova propisi Nemačkih državnih železnica za proračun zavarenih železničkih mostova. Kako se na tim propisima radilo baš u vreme projektovanja ovoga mosta, to su i u laboratoriji preduzeća MAN u Gustavsburgu izvršena mnogobrojna ispitivanja šavova za sučeono spajanje limova, koja su poslužila kao podloga za određivanje dopuštenih napona.

5. Karakteristike statičkog proračuna

U statičkom proračunu konstrukcije ovoga mosta karakterističan je posebno proračun ortotropne ploče, proračun glavnih nosača u pojedinim fazama montaže, problem stabilnosti pritisnutoga dela donjeg pojasa glavnih nosača, kao i problem stabilnosti visokog i relativno tankog rebra glavnih nosača.

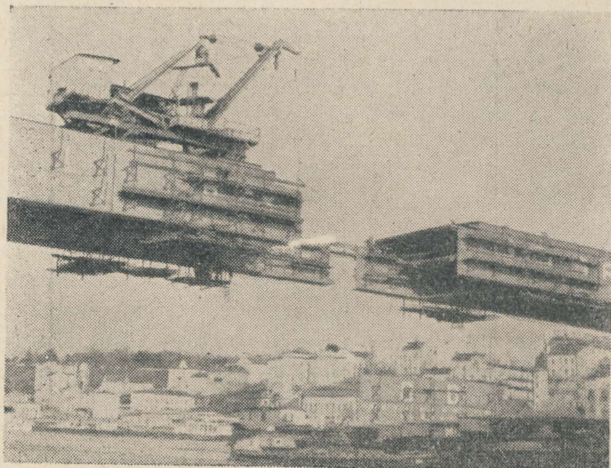
Ortotropna ploča kao površinski nosač računata je po teoriji koju je razradio Dr Cornelius u svome radu »Die Berechnung der Flächentragwerke mit Hilfe der Theorie der orthogonalanisotropen Platte«, Stahlbau 1952. Ponašanje ortotropne ploče pri pojavi plastičnih deformacija pod dejstvom neposrednog opterećenja razlikuje se od ponašanja nosača linijskog sistema. Prema tome i dopušteni naponi za nosač linijskog sistema, koji se uzimaju kao deo napona na granici tečenja materijala linearno napregnutog elementa, ne bi se mogli jednostavno primeniti i na površinski nosač kao što je ortotropna ploča. Iz toga razloga morali su biti izvršeni opiti na modelima ortotropne ploče, da bi se utvrdila nosivost ploče pri pojavi plastičnog tečenja u rebru, kao i dalje ponašanje takve ploče do sloma. Rezultati tih opita su pokazali da se pri istom stepenu sigurnosti mogu dati veći dopušteni naponi u rebrima ortotropne ploče od lokalnog opterećenja nego što je to slučaj



Sl. 9 — Slobodna montaža u srednjem otvoru

kod linijskog nosača. Ta činjenica je uzeta u obzir pri superponiranju napona u podužnim rebrima, koji proizilaze iz rada rebara kao delova ortotropne ploče i njihovog rada dao delova poprečnog preseka glavnih nosača.

Proračun glavnih nosača kao kontinualnih punih nosača preko četiri oslonca, sa promenljivom visinom, sproveden je na osnovu poznate teorije za proračun statički neodređenih sistema. Pri izračunavanju ekstremnih vrednosti momenata savijanja moralo se voditi računa o pojedinim stanjima konstrukcije za vreme montaže. U toku slobodne montaže u srednjem otvoru, konstrukcija mosta pretstavlja, sve do trenutka spajanja u sredini, dve grede sa prepustima. Prema tome u toj fazi su sračunati momenti savijanja od sopstvene težine za gredu koja ima raspon 75 m i prepust 130 m. Tek po spajanju u sredini, konstrukcija za dalje opterećenje radi kao kontinualan nosač. Da bi se paket lamela u donjem pojasu iznad srednjih oslonaca održao u debljini od 200 mm, s obzirom na teškoće zakivanja većih debljina, morao je biti uveden u konstrukciju pozitivan momenat savijanja od 3800 tm. Ovo je

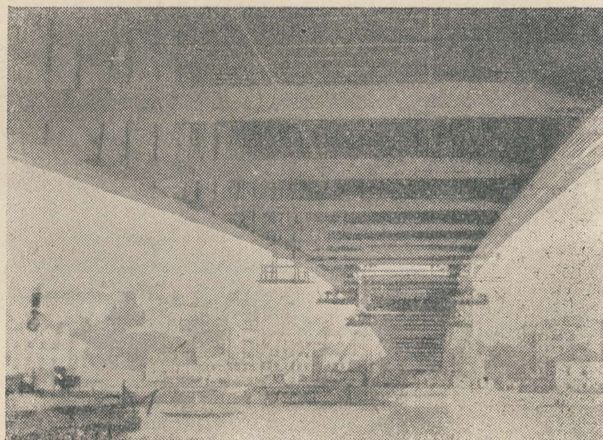


Sl. 10 — Slobodna montaža u završnoj fazi

postignuto izdizanjem krajeva konstrukcije za 812 mm, što je omogućeno posebnom konstrukcijom montažnih ankera na krajevima mosta.

Od dopunskih uticaja uzeto je u obzir nejednako zagrevanje gornjeg i donjeg pojasa glavnih nosača za 15° C kao i uticaj vetra. Za prijem pritiska vetra postoje dva sprega: u gornjem pojasu čelična kolovozna tabla kao kontinualan nosač preko četiri oslonca i u donjem pojasu, simetrično sa obe strane mosta, Vierendeelov nosač od čvora 0 do 16. Od čvorova 16 do $\overline{16}$ vetar se sa glavnih nosača prenosi preko poluramova na gornji spreg.

Vierendeelov nosač u donjem pojasu od čvora 0 do 16 služi pored toga i za osiguranje pritisnutoga donjeg pojasa glavnih nosača, na tome delu mosta, protiv bočnog izvijanja. Kontrola stabilnosti pritisnutoga pojasa glavnih nosača izvršena je prema DIN 4114 na taj način, što je dokazano da su za 1,5-struko opterećenje od sopstvene te-



Sl. 11 — Pogled ispod mosta za vreme mantaže

žine, pokretnog opterećenja i vetra naponi, sračunati po teoriji II reda, ispod granice tečenja materijala.

Nadvišenje konstrukcije u radionici dato je za ukupnu veličinu deformacija koje proističu: od opterećenja sopstvenom težinom za vreme slobodne montaže, od ostatka sopstvene težine posle zatvaranja mosta u sredini i od izdizanja krajeva mosta u cilju pomenute ispravke linije momenata savijanja. No, pored ovih glavnih deformacija, uzeto je u obzir još i labavljenje montažnih nastavaka sa po 0,5 mm na svaki montažni nastavak, mogućnost eventualno veće zapreminske težine ili debljine kolovoznog zastora, kao i deformacija od 1/6 pokretnog opterećenja. Taj poslednji uticaj uzet je u obzir zbog toga da se ne bi dobio utisak da je sredina mosta ulegnuta, od normalnog pokretnog opterećenja, s obzirom da je strela krune kolovoza prema projektu svega 300 mm, dok je maksimalni računski ugib u sredini mosta od punog pokretnog opterećenja 925 mm. Ukupno nadvišenje u sredini od svih nabrojanih uticaja iznosilo je 3605 mm.

6. Montaža mosta

U krajnim otvorima konstrukcija je montirana na čvrstim drvenim skelama kojima je poduprt svaki čvor. Konstrukcija kolovozne table, koju je izradila firma MAN, transportovana je u delovima dimenzija 3,10×12,30 m železnicom od Gustavsburga do Regensburga a zatim šlepovima do samog gradilišta, dok je ostala konstrukcija mosta, koja je izrađena u zemlji, dovezena železnicom iz Smederevske Palanke i Slavonskog Broda. Težina pojedinih montažnih delova nije prelazila 25 t. Ugrađivanje tih delova vršeno je jednostavno sa oba kraja mosta Derrick-dizalicama koje su se pomerale po specijalnim šinama, postavljenim preko kolovozne table.

Srednji otvor mosta raspona 261 m montiran je bez ikakve skele po načinu slobodne montaže, koja pretstavlja s obzirom na izuzetno veliki propust od 130 m smeo poduhvat, sa uspehom izveden na ovome mostu. Za vreme slobodne montaže krajevi konstrukcije su pridržavani posebnim montažnim ankerima. Ovi su bili snabdeveni na gornjem svome kraju specijalnim uređajem koji je dopuštao da se u izvesnim granicama može izdizati odnosno spuštati kraj konstrukcije. Spajanje mosta u sredini, po završetku slobodne montaže, izvršeno je ubacivanjem završnog dela konstrukcije. U ovome trenutku teški Derrick-kranovi bili su povučeni u položaj iznad srednjih oslonaca, čime je postignuto da su nastavci završnoga dela zatvoreni bez ikakvog naprezanja. Ubacivanje tog završnog dela zahtevalo je po-

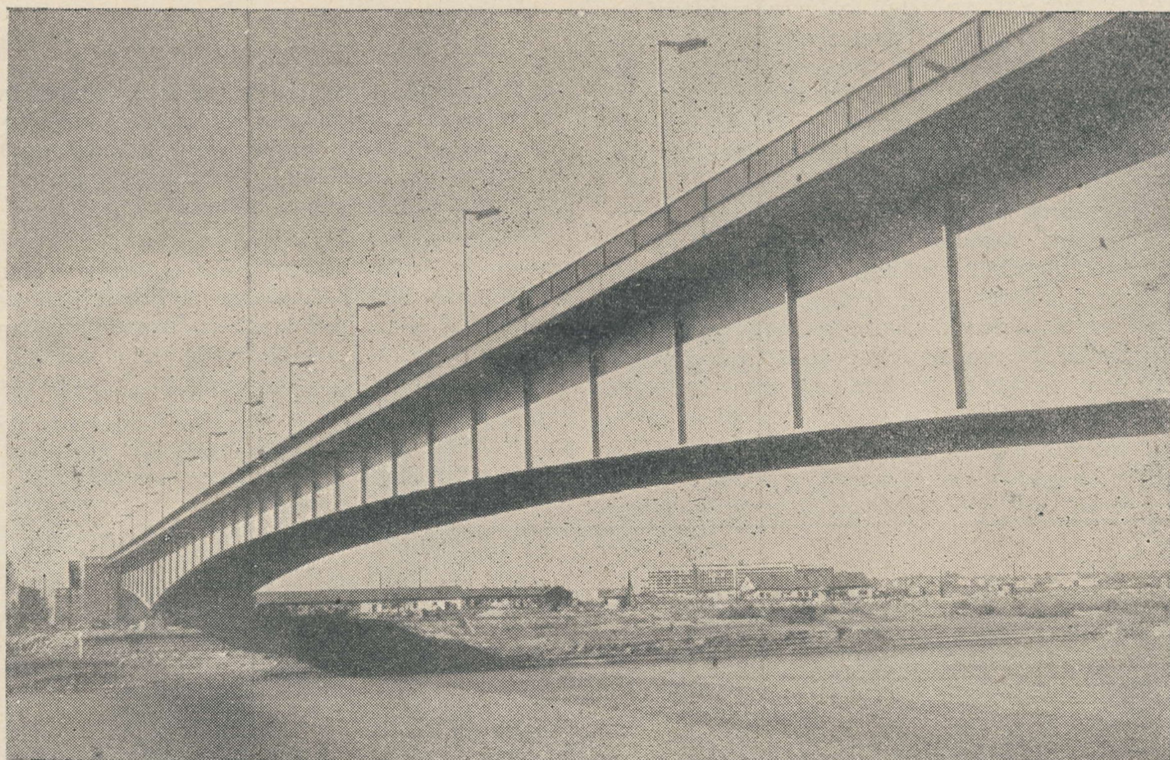


Sl. 12 — Polaganje folija od aluminijuma

sebnu pažnju na montaži, jer je konstrukcija neprekidno radila pod uticajem temperaturnih promena.

Po spajanju konstrukcije u sredini izvršeno je napred pomenuto izdizanje krajeva za 812 mm, da bi se uveo u konstrukciju pozitivan momenat savijanja od 3800 tm. Da bi pokretno ležište na stubu III po dovršetku montaže zauzelo svoj normalni položaj, moralo im se unapred dati pomeranje za 237 mm ka sredini mosta, jer se prema proračunu toliko pomeranje ležišta moralo odigrati posle dovršene montaže od spuštanja sredine mosta za 3605 mm.

Izradi kolovoznog zastora poklonjena je posebna pažnja s obzirom na to da su asfaltni



Sl. 13 — Izgled gotovog mosta

zastori, položeni neposredno preko čelične kolovozne table, na nekim mostovima preko Rajne u Nemačkoj pokazali loše rezultate u pogledu njihove veze sa kolovoznom tablom. Zbog toga su studiozno proučena sva iskustva koja postoje sa ovakvim zastorima i izvršena opsežna ispitivanja u cilju da se dobije asfaltni zastor koji će biti i dovoljno tvrd na visokim temperaturama i još uvek dovoljno plastičan na niskim temperaturama. Za izolaciju čelične kolovozne table upotrebljene su folije od aluminijuma koje su lepljene specijalnom lepljivom bitumenskom masom na čelični lim kolovozne table. Preko tih folija položen je liveni asfalt u dva sloja od po 2 cm debljine, od kojih je donji bio nešto mekši.

Pešačke staze su izrađene od gotovih rebrastih betonskih ploča preko kojih je nanesen sloj livenog asfalta debljine 2 cm.

U toku montaže kontrolisano je ponašanje konstrukcije u pogledu ostvarenih deformacija i naprezanja. Isto tako po završenoj montaži izvršena su opsežna ispitivanja konstrukcije mosta, da bi se ustanovilo njeno ponašanje pod statičkim i dinamičkim opterećenjem. Sva ta ispitivanja izvršila je Laboratorija za ispitivanje konstrukcija na Građevinskom fakultetu u Beogradu. Rezultati ispitivanja pokazali su zadovoljavajuću saglasnost sa teoriskim vrednostima iz statičkog proračuna kako u pogledu deformacija tako i u pogledu napona.

Posle završenih montažnih radova u relativno kratkom roku od 11 meseci, taj most grednog sistema, na kome je postignut zasada najveći raspon u svetu i koji pretstavlja i u konstruktivnom i u estetskom pogledu uspelo inženjersko delo, predat je svečano saobraćaju na dan 16 septembra 1956 godine.

KOLOVOZ OD TVRDO LIVENOG ASFALTA NA NOVOM KOLNOM MOSTU PREKO SAVE U BEOGRADU

Ing. Vilko Heruc, Zagreb

Poslijeratni razvoj izgradnje željeznih mostova karakteriziran je znatnim uštedama na težini, koja često negdje dostiže i do 50% prema predratnoj. Štednja na težini konstrukcija uslovila je istovremeno izradbu lakih kolovoza na kolniku. U obzir su dolazili samo bituminozni kolovozi položeni na nosivu kolovoznu konstrukciju od zavarenih limenih čeličnih ploča, tzv. ortotropnih ploča. Te ploče težine 150—180 kg/m² i bituminozni kolovoz težine od 120—150 kg omogućuju lakšu izvedbu kolovoznih nosača i time smanjenje težine čitavog mosta.

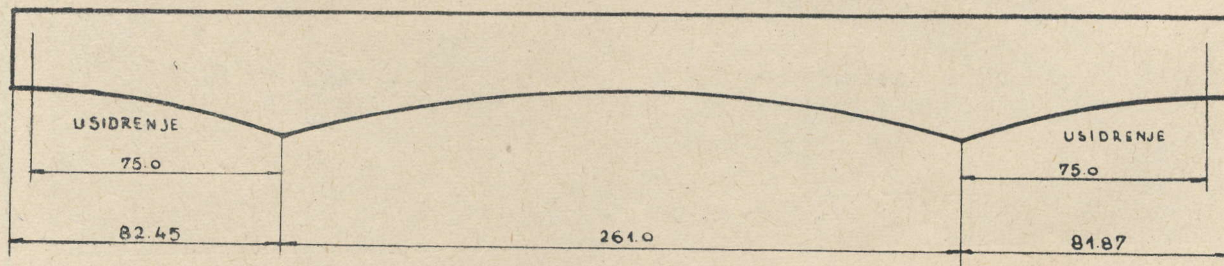
Temperaturne razlike, nejednolična zagrijavanja, dinamična saobraćajna opterećenja i vjetar dovode most u složena kretanja, koja utječu znatno na kolovozni pokrov. Nije dakle bilo dosta, da ti kolovozi samo težinski najbolje odgovaraju za gradnju željeznih mostova, već je za njihov kvalitet trebalo postaviti strožije zahtjeve, kako bi oni mogli bez štete odoliti svim nastalim gibanjima. Morali bi u glavnom odgovarati ovim uslovima:

1. pokrov treba da djeluje izolirajući i da prianja uz ortotropne ploče,
2. ne smije prskati kod niskih temperatura,
3. ne smije izgubiti stabilnost zbog vibracija,
4. treba da je dovoljno elastičan,
5. treba da ublažuje titraje,
6. mora biti otporan protiv starenja.

Ovdje ćemo opisati pojedine faze izvedbe tvrdo livenog asfalta na čeličnoj konstrukciji novog čeličnog kolnog mosta preko Save u Beogradu, koji je prošle jeseni pušten u saobraćaj. Most je izveden s punim limenim nosačima.

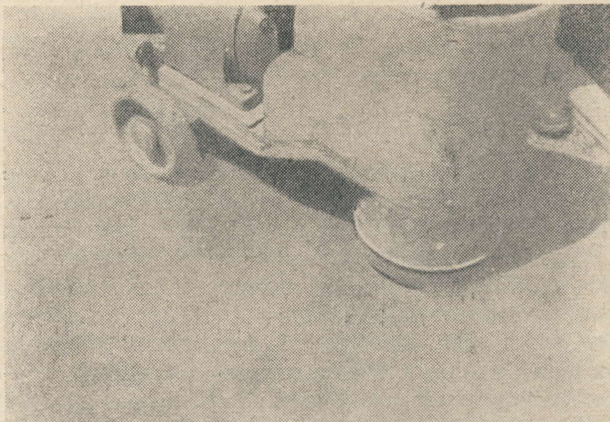
Prema shematskom prikazu u sl. 1 srednji raspon je jedan od najvećih te vrste u Evropi. Kolnik ima širinu 12,04 m, a hodnici sa svake strane po 3,15 m. Kao kolovozni zastor izveden je, nakon prethodne izolacije, tvrdo liveni asfalt.

Asfaltiranje je izvelo građevno poduzeće »Viadukt«, kojemu je taj posao bio povjeren kao najpovoljnijem nudiocu. Rad se izvodio pod kontrolom Instituta za ispitivanje materijala NRS.



Sl. 1 — Opća dispozicija mosta

Asfalt na kolniku mosta u nastavku mosta preko Karađorđeve ulice sa betonskom podlogom nije obuhvaćen ovim prikazom, jer je izveden na uobičajeni način.



Sl. 2 — Čišćenje ploča od korozije motornim brusilicama

Izolacija ortotropnih ploča

Dosadanja istraživanja o zaštiti ortotropnih ploča protiv korozije pokazala su, da tvrdo liveni asfalt ne može zamijeniti bitumensku izolaciju. Prednost se daje vrućim bitumenskim namazima.

Izolaciju ortotropnih ploča treba tako izvesti, da ona ne bude povod klizanju asfalta i njegovu gužvanju, kao što je to bio slučaj na mostu Köln-Mühlheim preko Rajne, gdje je izolacija mastiksom omogućila gužvanje asfalta i stvaranje talasa.

Na mostu preko Save izvedena je izolacija namazom bitumenskog laka i aluminijskih hrapavih folija, koje su osim izolacije imale zadaću da spriječe probijanje bitumenskog namaza prema površini i odvajanja asfaltnog pokrova od ploča.

Za tu izolaciju sastavila je Direkcija za gradnju mostova u Beogradu potrebne uslove, koji su glasili:

»Na prethodno pješčanim mlazom dobro očišćenoj površini ortotropnih ploča, koja mora biti potpuno suha, izvršiti dvostruki tanki premaz bitumenskim lakom, domaćeg porijekla, koji mora ispuniti uslove za ovu vrstu posla. Ovako pripremljenu površinu zatim premazati specijalnim lijepkom, a preko toga položiti aluminijske folije. Ovaj rad se ima izvršiti u svemu prema uputstvu fabrike koja isporučuje lijepak i aluminijske folije.«



Sl. 3 — Čišćenje ploča pješčanim mlazom

Za taj posao je Direkcija za gradnju mostova u Beogradu sama nabavila u inozemstvu i poduzeću stavila na raspolaganje aluminijske folije ohrapavljene površine i specijalni bitumenski lijepak, dok je bitumenski lak nabavilo samo poduzeće.

Čišćenje ploča od korozije pješčanim mlazom pod pneumatskim pritiskom vrlo je sporo napredovalo, pa je poduzeće skramicu oksidirane površine skinulo motornim brusilicama, a onda samo čišćenje površine dotjeralo pješčanim mlazom, tako da je bila sposobna za izolaciju premazivanjem bitumenskim lakom (sl. 2, 3 i 4).

Kremeni pijesak za taj posao bio je dimenzije 0—2 mm, a nabavljen je u Novom Mestu. Rad se odvijao pod specijalnom zaštitom za zdravlje radnika.



Sl. 4 — Čišćenje ploča pješčanim mlazom

Očišćena površina premazivala se bitumenskim lakom, kako su to uslovi tražili (sl. 5).

Za kvalitet bitumenskog laka nisu bili postavljeni neki posebni propisi u uslovima. U tvornici *Katran* u Zagrebu vršene su različite probe za taj materijal i slane na ispitivanje u Institut Vojne pošte br. 5467-4 u Beogradu, koji je o njemu trebao donijeti svoje mišljenje. Ispitivanja su se odnosila uglavnom na:

1. sadržaj bitumena i otapala,
2. sposobnost za razmazivanje,
3. brzinu sušenja,
4. postojanost na toplini i hladnoći,
5. moć pokrivanja,
6. nepropusnost za vodu,
7. otpornost na kemijske uticaje.

Uzorci su imali različitih nedostataka, kao na pr. dugo sušenje, ostaje ljepljiv nakon 24h, poslije 2h sliva se sa vertikale, prilikom stajanja u

hladnoj vodi dobiva mjehure i t. d. Konačno je pripremljen uzorak, koji je potpuno odgovarao uslovima.



Sl. 5 — Premazivanje ortotropnih ploča bitumenskim lakom

Premazivanje se vršilo oprezno u tankim slojevima, jer se izbjegavalo da se eventualne neravnine ispune debljim slojevima tog materijala, koji bi mogli uzrokovati klizanje gornjih slojeva. Pazilo se na to, da površina bude potpuno zatvorena bitumenskim lakom.

Na bitumenskim lakom premazanu i osušenu površinu lijepljene su aluminijske folije bitumenskim lijepkom. Kod toga se rada oprezno postupalo, da se ne bi oštetila izolacija (sl. 6 i 7).

Folije su imale širinu 60 cm, a polagane su poprečno na osovinu mosta s preklopom od 8 cm po dužini folija, a 20 cm poprijeko. Radilo se po polovini mosta. Folije su izrezane na dužinu po 6,20 m, t. j. 0,20 m više od polovine širine kolnika za preklapanje u drugoj polovini mosta. One su se namatale na papirnate valjke, a onda postepenim odmatanjem naljepljivale na podlogu, koja se premazivala vrućim bitumenskim lijepkom, ugrijanim na 200—250° C. Kod premazivanja bitumenskim lijepkom pazilo se, da ovaj bude dovoljno vruć i



Sl. 6 — Lijepljenje aluminijskih folija

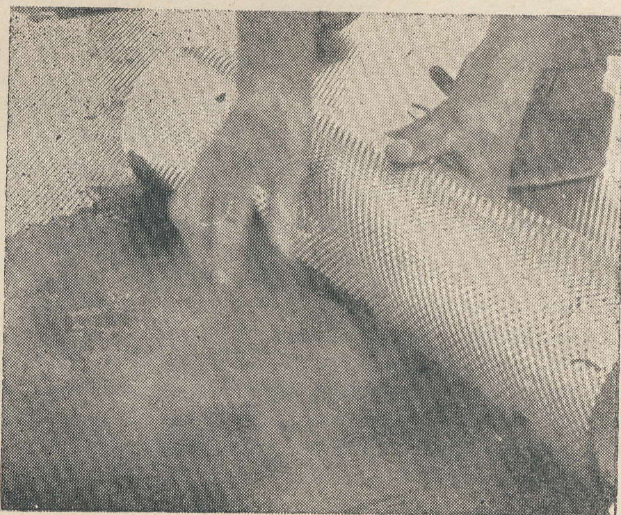
da ga ne bude previše, kako bi se spriječilo stvaranje neravnih površina. Višak mase istiskivao se van širine folija i odmah razmazivao da se masa ne ohladi i stvori neravnine.

Jednom već položena folija morala se zaštititi od oštećenja, pa se stoga dnevno polagalo samo toliko folija koliko se istoga dana moglo pokriti asfaltom.

Tvrdo liveni asfalt

Zbog svojih specifičnih osebina, liveni su se asfalti pokazali među asfaltnim kolovozima kao najbolja izvedba kolnika na željeznim mostovima.

Uprava za gradnju mosta preko Save u Beogradu odlučila se da direktno na aluminijske folije izvede tvrdo liveni asfalt u dva sloja i to ovako: Donji da bude debljine 21 mm, gornji 25 mm; ukupna debljina kolovoza zajedno sa zaštitom protiv korozije da iznosi 50 mm. Na razmaku od 8—9 m da se izradi spojnica širine 15—20 mm kroz oba sloja, isto tako po dužini uz ivične rubove i po



Sl. 7 — Lijepljenje aluminijskih folija

sredini. Spojnice da se ispune asfaltnom masom za zalivanje.

Preko još vrućeg gornjeg sloja da se razastre bitumeniziranu kamenu sitnež od eruptivnog kamena krupnoće 8—12 ili 7—15 mm sa 1,5% bitumena u količini od 6—10 kg/m² i lakim ručnim valjkom utisne u asfaltnu masu toliko, da zrna uđu u masu sa ½—⅔ svoje veličine.

Asfalt treba da ispuni slijedeće propisane uslove:

a) Ukupne šupljine mineralne mješavine ne smiju da iznose više od 22% po zapremini.
b) Sadržina bitumena ne smije prekoračiti 9% od asfaltne mase.
c) Upijanje vode poslije 28 dana ležanja u vodi može biti najviše 1% po zapremini.
d) Bubrenje poslije 28 dana ležanja u vodi može biti najviše 1% po zapremini.

e) Dubina prodiranja pod opterećenjem od 52,5 kg/cm² može biti najviše 10 mm, pri čemu ne smije nastupiti razaranje.

f) Asfaltni uzorak izložen djelovanju pulzatora pri raznim temperaturama (do —20° C) i frekvencijama po metodi MAN-a[1] treba da izdrži propisana naprezanja, a da ne puca (da se ne pojave naprsline), niti da se odvaja od ortotropne ploče.

g) Za vrijeme vršenja opita valjanja kotrljanjem željeznog valjka (promjer i širina po 100 mm) samo u jednom pravcu na uzorku, koji je zagrijan na +50° C, ne smiju se pokazati vidni talasi.

Sastav tvrdo livenog asfalta ostavlja se u Njemačkoj poduzećima na volju s time, da za kvalitet jamče 5 godina.

Istraživanja poznatih njemačkih stručnjaka, koji su se specijalno bavili tvrdo livenim asfaltom na ortotropnim pločama, odnosila su se uglavnom na kvalitet i procenat bitumena, primjesu prirodnog asfalta, na debljine, način ugrađivanja, da li se radi sa spojnicama ili bez njih i t. d. Svi su se složili, da treba dodavati Trinidad epuré i da ukupna količina bitumena u donjem sloju bude 8,75%, a u gornjem najviše 9%.

Za sastav mineralne mješavine na novom savskom mostu bile su dane ove granice:

Frakcija ispod 0,09 mm	24—33%
„ 0,09 — 2 mm	34—36%
„ 2—8 mm	33—40%

Sastav asfaltne mješavine imao je biti ovakav:

filter, pijesak i kamena sitnež	88,75%
bitumen B 45 ili B 25	6,25%
Trinidad epuré	5,00%
Svega	100%

U Trinidad epuré-u ima 55% bitumena.

Prema tome, količina bitumena u asfaltnoj mješavini iznosila bi 9% i ne bi se smjela prekoračiti.

Trinidad epuré trebalo je nabaviti u inozemstvu, a ostali bitumen od Rafinerije nafte u Bosanskom Brodu, od sirovine iz Križa.

Uslovi za domaće bitumene bili su dani prema njemačkim DIN za donji sloj B 45 (naš standard Bit (55/50), za gornji sloj B 25 (naš Bit 65/25) i to:

	B 45 (Bit 55/50)	B 25 (Bit 65/25)
Penetracija kod 25° C	35—40	20—30
Točka razmekšanja PK	54—59	59—67
Točka kidanja po Fraass-u	—6	—2
Pepeo po težini najviše %	0,5	0,5
Duktilitet kod 25° C min. cm	40	15
Nerastvorljivo po odbitku pepela po tež. najviše %	0,5	0,5
Sadržaj parafina po tež. %	2,0	2,0
Specifična težina	1,02—1,06	1,03—1,06
Gubitak po težini kod 163° C za 5 časova po tež. najviše %	1,0	1,0
Povećanje točke razmekšanja po PK poslije zagrijavanja najviše ° C	10	8
Točka kidanja po Fraass-u poslije zagrijavanja najviše ° C	50	40
Duktilitet poslije zagrijavanja kod 25° C min. cm	15	5

Sa dobavom bitumena iz Bos. Broda bilo je dosta teškoća, jer prve pošiljke bitumena nisu bile traženih kvaliteta, pa su morale biti vraćene. Rafineriji je konačno uspjelo poboljšati produkciju bitumena, koji se mogao koristiti za ovaj posao.

Kamena sitnež bila je uslovljena eruptivnog porijekla s najmanjom čvrstoćom od 1500 kg/cm², u najnepovoljnijem stanju sa maksimalnim abanjem 10 cm³/50 cm² po Böhme-u.

Poduzeće je taj materijal nabavilo iz kamenoloma Radlovac kod Slavonske Orahovice, gabrodiabaz, sa čvrstoćom poslije smrzavanja 2078 kg/cm² i abanjem 5,83 cm³/50 cm².

Pijesak dunavski iz okoline Beograda.

Kameno brašno (filer) od poduzeća »Slobodan Minić« iz Aranđelovca.

Prosijavanja tih mineralnih sastojaka dala su ovaj prosječni granulometrijski sastav:

Naziv materijala	Prolazi kroz sito	Ostaje na situ					
	0,09	0,09	0,2	0,6	2	7	12
Filer poduzeća »Slobodan Minić« Aranđelovac	82,2	17,80					
Pijesak dunavac	1,35	61,20	37,45				
Kameni agregat Orahovica 0/3	14,81	11,75	28,72	39,35	5,37		
„ 3/7	0,94	0,70	1,34	13,70	77,80	5,52	
Prah u Trinidadu	91,52	8,50					

[1] Naprezanje po metodi MAN, kod kojih uzorak ne smije da puca:

Temperatura ispitivanja u °C	Frekvencija f u Hz	Broj oscilacija
15—25	25	10 000
± 0	10	10 000
—10	4	5 000
—20	4	5 000

Za filer je bila propisana finoća mliva sa 80% prolaza na situ 0,09 mm. Iz gornje tablice vidi se, da je filer potpuno zadovoljavao tome uslovu.

Institut za ispitivanje materijala NRS sastavio je na temelju rezultata prosijavanja mineralnih sastojina asfaltnu mješavinu kako slijedi:

bitumen Bos. Brod	6,15%
Trinidad epuré	5,00%
filer	26,66%
pijesak dunavac	4,44%
kameni agregat 0/3	15,99%
„ „ 3/7	41,76%
	100 %

Mineralni sastav u ovoj mješavini ima ovaj sastav:

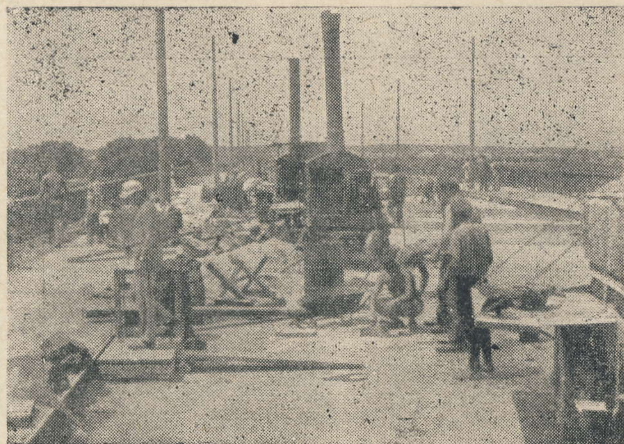
Naziv materijala	%	Prolazi kroz sito 0,09	Ostaje na situ 0,09	0,2	0,6	2	7
Trinidad epuré	2,25	2,06	0,19				
Filer	29,32	24,10	5,22				
Pijesak dunavac	4,89	0,07	2,99	1,83			
Kameni agregat 0/3	17,60	2,61	2,07	5,05	6,93	0,94	
„ „ 3/7	45,94	0,43	0,32	0,62	6,29	35,74	2,54
Ukupno:	100	29,27	10,79	7,50	13,22	36,68	2,54

S ovom mješavinom asfaltirano je oko 80% površine, dok se na ostaloj radilo sa nešto izmijenjenim razmjerima mineralnog agregata. O tim površinama vođena je točna evidencija.

Za pripremanje asfaltne mase poduzeće je na gradilište dopremilo 4 pokretna motorna asfaltna kotla, svaki kapaciteta od 4000 kg za jedno kuhanje. Radilište je bilo na samom mostu i pomicalo se prema potrebi po kolniku (sl. 8).

Doziranje kotlova i samo kuhanje bilo je pod stalnom kontrolom Instituta za ispitivanje materijala NRS. Svi potrebni materijali odvagnuti su u odgovarajućim težinama prema procentima iz tablica. U kotao se najprije stavljao bitumen, zatim filer, onda pijesak i konačno agregat.

Temperatura asfaltne mase kretala se od 180° do 200° C, no izuzetno, ali kratkotrajno, mogla je biti najviše 220° C. Na to se osobito pazilo, jer pregrijana masa gubi elastična svojstva, bitumenu raste točka kidanja, a smanjuje se duktilitet, asfalt postaje sklon prskanju. Za cijelo vrijeme kuhanja masa se morala stalno miješati, da ne bi došlo do segregacije agregata i do jačeg zagrijavanja uz stijene kotla. Masa je morala biti dobro promiješana, imati jednoličan izgled, a svako zrno minerala moralo je biti posve obavijeno bitumenom.



Sl. 8 — Radilište na mostu



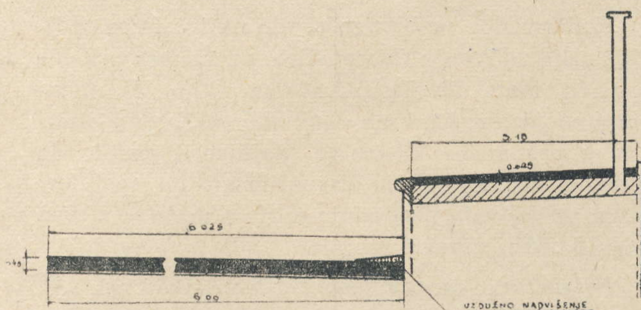
Sl. 9 — Ručno ugrađivanje asfaltne mase

Ugrađivanje mase vršilo se ručno (sl. 9). Masa se željeznim kolicima dopremala do mjesta ugradbe, istresala po površini i razmazivala drvenim gladilicama na potrebnu visinu. Što se tiče ravnosti, bila je dopuštena tolerancija od 4 mm na 4 m.

Uz ivičnjake, da bi se od njih odbila voda, podignut je asfalt na širinu od 15 cm za 1 cm iznad nožica ivičnjaka (sl. 10).

Da bi se postigla hrapava površina kolovoza, posipavao se još topao asfalt s agregatom 7/15 bitumeniziran sa 2% Cestola u težini 8—10 kg/m² i ručnim valjkom utiskivao u vrući asfalt do dvije trećine svoje veličine (sl. 11).

Kod tih radova stalno se pazilo na kvalitet mineralnog agregata, njegov granulometrijski sastav, čistoću, a kod filera na finoću mliva.



Sl. 10 — Nadvišenje asfalta u rigolu

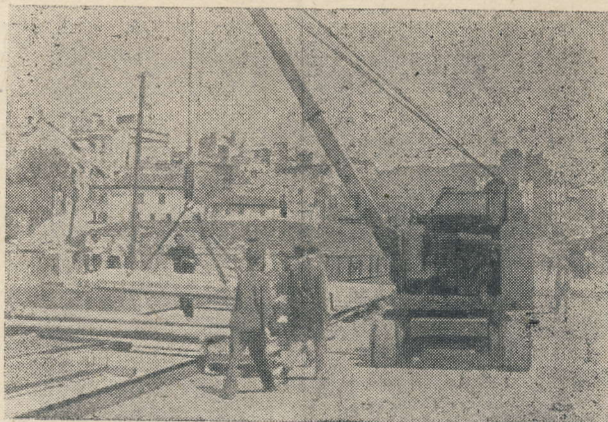
Liveni asfalt na pješačkim stazama

Za liveni asfalt na pješačkim stazama bilo je propisano da se izvede sa bitumenom B 45 (Bit 55/50) i sadržinom od 9—10% u mješavini. Propisi za šupljine u mineralnoj masi, upijanje vode, bubrenje i dubinu prodiranja ostali su isti kao kod asfalta na kolniku.



Sl. 11 — Hrapavljenje površine bitumeniziranim agregatom

Podloga za liveni asfalt na hodnicima izvedena je od montažnih betonskih ploča (sl. 12). Po prethodnom premazivanju betonskih ploča bitulitom polagao se liveni asfalt sastava:



Sl. 12 — Polaganje montažnih betonskih ploča

bitumen 40/45	8,51%
filer	18,30%
pijesak dunavac	9,15%
agregat dijabaz-gabro	25,62%
agregat dijabaz-gabro	38,42%
	100,00%

Razastrta još vruća asfaltna masa bila je posipana agregatom 3—7 mm i povaljana ručnim valjkom.

Za izradu i ugrađivanje važilo je sve ono što je rečeno za kolovoz na kolniku.

Spojnice u asfaltnom kolovozu i hodnicima i njihovo zalijevanje asfaltnom masom

Kako je već naprijed rečeno, u kolovozu su izvedene podužne spojnice, i to u sredini i sa svake strane uz ivičnjake, a poprečne na svakih 9,38 m, široke 15—20 mm.

Spojnice u kolovozu izvedene su pomoću ulaganja šipka od plosnatog željeza, koje su se uz lagane udarce čekićem odvajale od asfalta i vadile iz kolovoza. Spojnice idu na čitavu debljinu asfalta. Kako se asfalt polagao u dva sloja, to su se i spojnice izvele najprije u donjem sloju, a nastavile u gornjem. Pokazalo se bolje, da se ulažu plosnata željeza od jednog dijela, za donji i gornji sloj, koja odmah služe i za određivanje visine asfalta.

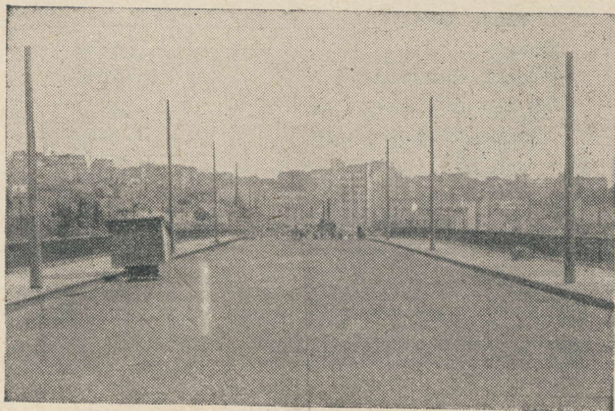
Zalivanje spojnica vršilo se asfaltnom masom sastava, za koji se nakon višekratnih proba utvrdilo, da najbolje odgovara za taj posao:

mexphalt R PK 35/45	35%
bitumen 40/45	12%
bitumen 30/35	8%
filer (frakcija ispod 0,09 mm)	33%
asbestna vlakanca br. 1	6%
asbestna vlakanca br. 2	6%
	100%

Ta masa dobro ispunjava spojnice; tekuća je još kod temperature 150° C. Zbog dodatka asbestnih vlakanaca masa je manje osjetljiva za prometna naprezanja i ima veću unutarnju stabilnost. Taj asbestni materijal nabavljen je u rudniku Stragari u Srbiji. Mexphalt R nabavljen je u inozemstvu.

Na pješačkim stazama izvedene su također spojnice, i to uz oba metalna ruba, prosječno na svakih 9,38 m. Masa za zalivanje tih spojnica razlikuje se od one na kolovozu i izvedena je samo od domaćih materijala:

bitumen 40/45	50%
filer	40%
asbestna vlakanca br. 1	5%
asbestna vlakanca br. 2	5%
	100%



Sl. 13 — Završni radovi na mostu

Kod izvedbe osobito se pazilo na to, da se spojnice prije zalivanja dobro očiste od nanosa prašine pomoću motornih ispuhivača, a zatim da masa potpuno ispuni šupljine. Zalivalo se u dva sloja, i to u prvom do 2/3 visine spojnice, i pustilo da vruća masa što bolje ispuni šupljine spojnica; zatim se dolivala posljednja trećina mase, s malim nadvišenjem rubova spojnica.

Asfaltiranje je završeno 28. VIII. 1956. (sl. 13). Za vrijeme rada vodio se dnevnik o sastavu mješavina, temperaturi, ugrađivanju i o mjestu ugrađivanja; pa će biti interesantan prilog studiji tog kolovoza, nakon što kolovoz bude dulje vremena izložen saobraćajnim i vremenskim utjecajima.

ADAPTACIJA ODRONA »GRADOT« --- KAVADARCI ZA FORMIRANJE NASUTE BRANE

Ing. **Žarko Varl** — »Hidroelektroproekt«, Skopje

U septembru 1956 god. došlo je do odrona brda »Gradot«, Kavadarci. Odronjena masa, koja se ceni na 12 000 000 m³, pregradila je korito reke Lude Mare na dužini od 800 m i širini od 500 m. Visina od dna reke do najnižeg mesta na odronu je 32 m, dok je maksimalna visina odronjene mase 68 m.

Geološki sastav odrona je relativno jednolik i sastoji se uglavnom od andenzitskog konglomerativnog tufa, andenzitskih peskova i šljunkova sa lapilima kao i glinovitih peskova i šljunkova. Dno odrona je od karbonatne peskovite gline.



Sl. 1 — Odron brda »Gradot«

Pojava odrona se tumači tako, da se u podini brdske mase nalaze jezerske gline, preko kojih se formirao sloj poluvezanih tufova i konglomerata, koji su vodonepropusni. Debljina tog sloja je 120 do 130 m. Kako su slojevi gline u padu od brda prema reci, to je voda iz susednog sliva, koji je na višoj koti, vlažila taj podinski sloj gline i u jednom trenutku, kad je ugao unutrašnjeg trenja gline bio dovoljno smanjen, došlo je do naglog klizanja materijala.

Ostatak brda »Gradot« predstavlja stalnu opasnost od daljnjih oburvavanja. Da bi se to sprečilo, brdska masa koja je sklona klizanju ruši se,

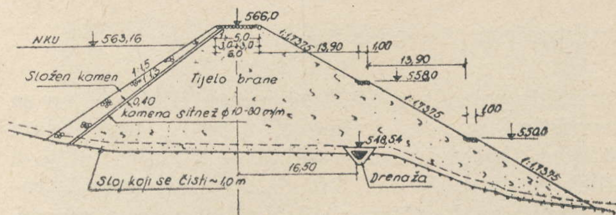


Sl. 2 — Rušenje brda »Gradot«



Sl. 3 — Detalj odrona »Gradot«

galerijama i bunarima, pomoću eksploziva. Količina eksploziva (Vitezit), koja će se utrošiti na rušenje preostalog dela odrona, iznosi 116 t. Radovi na rušenju su pred završetkom.

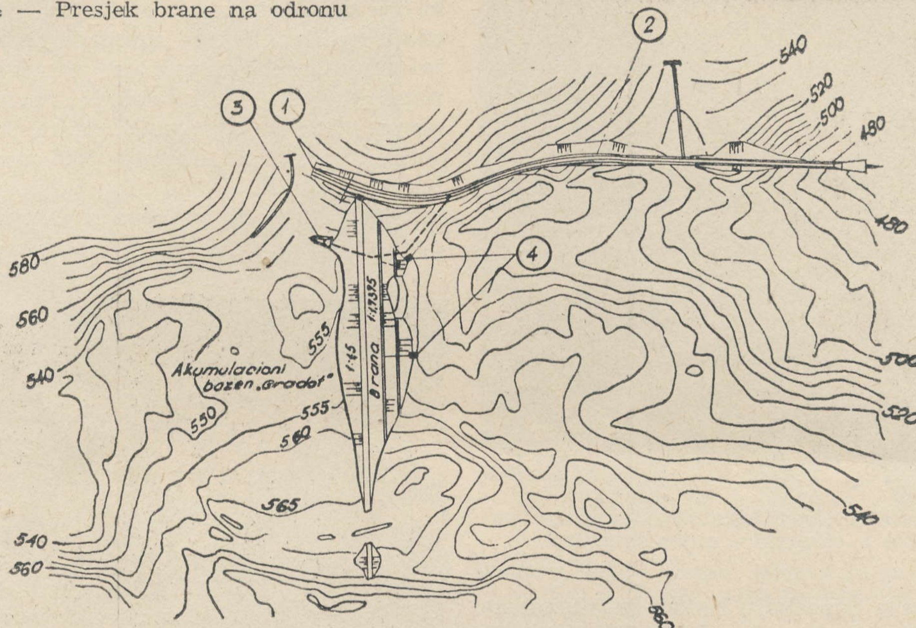


Sl. 4 — Presjek brane na odronu

za ugradnju u nadvišenje uzimaće se neposredno iz odrona.

Na levoj obali reke položen je evakuacioni organ, koji je izveden kao bočni preliv sa širinom u kruni 40,0 m. Bujica ima trapezasti poprečni presek sa širinom u dnu 4,0 m i nagibom kosina 1 : 0,75. Energija bujice se na kraju uništava ski-skokom. Protok na koji je dimenzionisana bujica jeste 150 m³/sec.

Da bi se omogućio nesmetan rad na nadvišenju odrona i sprečio iznenadni nadolazak vode, na radilištu se na levoj obali reke polaže ispusni organ,

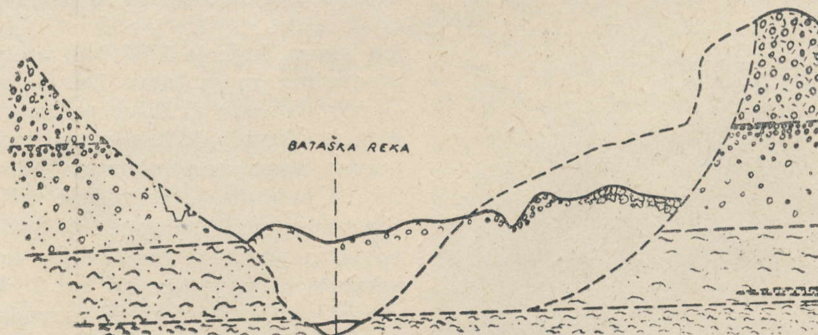


Sl. 5 — Tlocrt odrona i brane: 1 — Preljev, 2 — Evakuacioni kanal, 3 — Temeljni ispust, 4 — Drenaža

Da bi se nizvodna naselja u dolini reke Lude Mare obezbedila od naglog prelivanja vode, koja će se akumulisati u proleće posle topljenja snegova, nadvišava se postojeći odron tako, da je maksimalna visina nadvišenja 17 m. Ukupna kubatura

koji se sastoji od čelične cevi ⌀ 1 m. Čelična cev je obložena betonom debljine 20 cm. Ispusna cev odvodi vodu iz akumulacije u bujicu.

Posle izvršenja svih predviđenih radova na odronu dobiti će se u akumulacionom basenu



Sl. 6 — Poprečni presek kroz branu na njenom najširem delu

materijala za to nadvišenje iznosi 100 000 m³. Telo nadvišenja je brana od tufoznog materijala i ima nagib uzvodne kosine 1 : 1,5, koji je obložen ređanim kamenom; nizvodna kosina ima nagib 1 : 1,8. Širina brane u kruni iznosi 6 m. Materijal

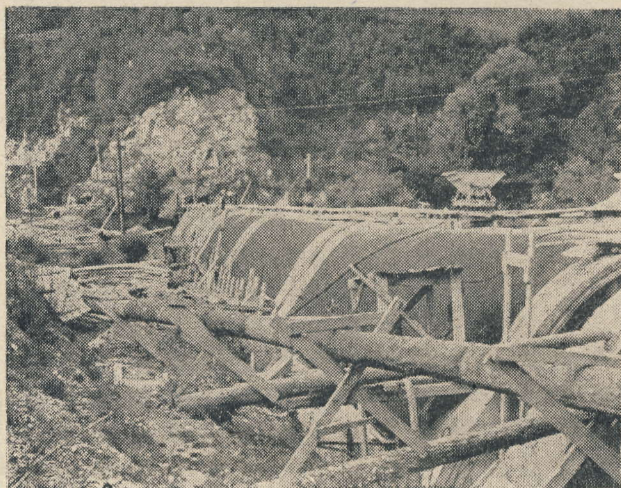
3 000 000 m³ vode. Korisna akumulacija će iznositi 2 500 000 m³ i služit će kao basen za izravnanje voda potrebnih za navodnjavanje Kavadarskog polja, čija neto površina navodnjavanja iznosi 4000 ha.

S naših i inostranih gradilišta

PUŠTANJE HIDROELEKTRANE JAJCE I U PROBNI POGON

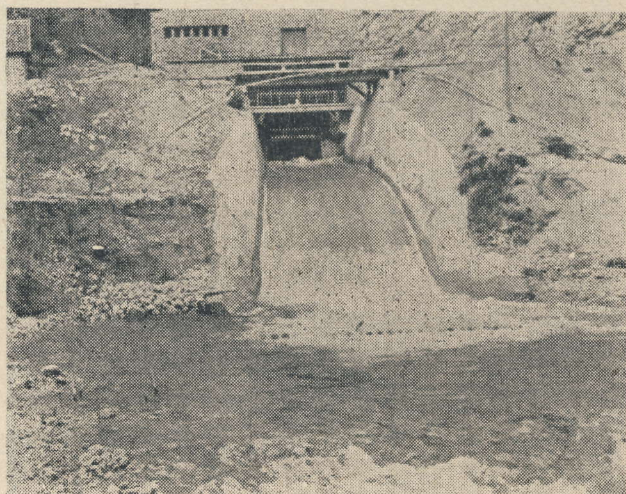
Ing. **Emin Miljković** — Elektroprojekt, Sarajevo

Radovi na HE Jajce I započeti su još 1947 g. i obustavljeni 1948 g., zbog ondašnje situacije u odnosima sa istočnim zemljama, jer je NR Čehoslovačka otkazala ugovor za opremu. Oprema je



Sl. 1 — Pogled na armirani betonski cjevovod preko korita r. Plive s otvorenim međukampadama

poslije naručena u Švedskoj i radovi su intenzivno nastavljeni 1954 g. nakon dovršenja HE Jajce II. Sada su uglavnom građevinski i montažni radovi pri kraju i hidroelektrana treba ići u probni pogon u septembru ove godine. Za to postoje uslovi i sve je usmjereno na to, da se taj rok održi. HE ima nominalnu instaliranu snagu od 48 MW i prosječnu godišnju produkciju od 232 GWh. Voda se



Sl. 2 — Pogled na ispust na dovodnom tunelu kroz koji je skrenuta r. Pliva

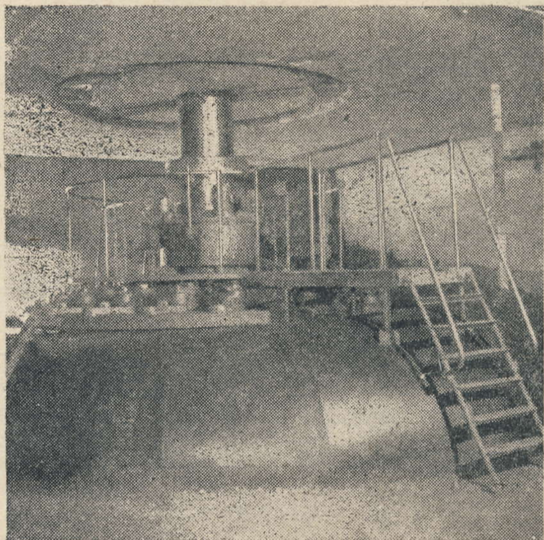
koristi iz prirodnog Velikog jezera rijeke Plive sa dovodnim tunelom dužine 5710 m i bruto padom 98,25 m. Opširniji opis ove hidroelektrane dat je u »Elektroprivredi« br. 5/55. Od građevinskih radova sada se dovršava armirano betonski cjevovod, kojim dovodni tunel prelazi sa desne na lijevu obalu r. Plive. Sve su kampade završene i sada se zatvaraju međukampade sa obradom dilatacionih fuga. (Vidi sl. 1). Zaptivanje fuga vrši se sa gumenom brtvom posebnog oblika, koja se u ovu svrhu prvi put primijenjuje kod nas. Nakon dovršenja cjevovoda staviti će ga se pod uspor izgradnjom niza nasutih pragóva u Okruglom jezeru. S ovim pragovima vrši se ujedno restauracija Okrug-



Sl. 3 — Pogled na spoj odvodnih kanala sa r. Vrbasom. Vidi se pobijanje šipova za temeljenje obalnih zidova

log jezera, koje je 1947 bilo prokopano. Radovi na pragovima su u toku. Da se omogući izgradnja cjevovoda voda r. Plive puštena je iz Velikog jezera u Okruglo jezero kroz tunel na desnoj obali i kroz ispust na njemu. (Vidi sl. 2). Ostali dio tunela potpuno je završen i vrši se čišćenje i zatvaranje pomoćnog rova kod vodostana. Ujedno se betonira pomoćni rov Vrbica koji će služiti kao sekundarni vodostan na km 2+750. Grubi građevinski radovi strojare sa razvodnim postrojenjima 35 i 110 kV su gotovi. Završavaju se zanatski i kamenorezački radovi. Od većih radova je u toku spoj odvodnih kanala sa r. Vrbasom (Vidi sl. 3). Iskop i betoniranje se vrši pod zaštitom ostavljenog zagata od prirodnog nanosa. Procurivanje vode je malo i lako se savladava sa pumpom. Injektiranje tunela je završeno i sada se injektira strojara i prelazni dijelovi ispred cjevovoda i vodostana.

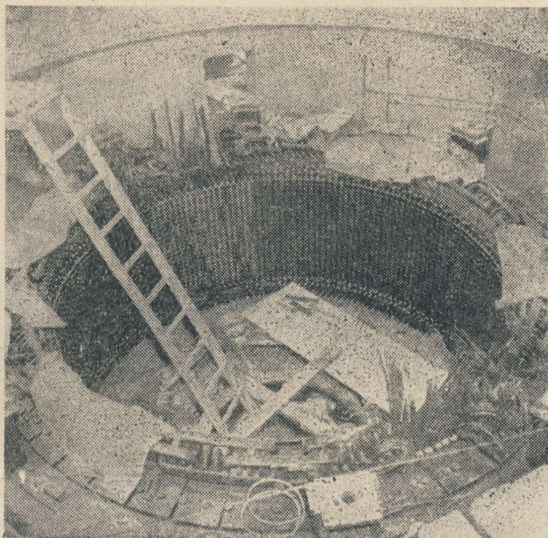
Jedan agregat je potpuno montiran, a na drugom se završava montaža generatora. (Vidi sl. 4 i 5). Razvodno postrojenje 35 i 110 kV sa komandom niskog i visokog napona je završeno, osim



Sl. 4 — Pogled na montiranu turbinu sa spiralom. Obje turbine su montirane

manjih elemenata, spajanje kablova i drugo. Već se počelo s ispitivanjem pojedinih dijelova elektroopreme. Važno je napomenuti da je ovo postrojenje čitavo pod zemljom, počev od ulazne građevine. I 110 kV razvodno postrojenje koje će služiti čitavom ovom energetskom basenu je pod zemljom. Na ovaj način se ne mijenja prirodni ambijent r. Plive. Posebno je napravljen projekat uređenja r. Plive i vodopada u gradu Jajcu, s osiguranjem minimalne protoke 3 m³/sec za vodopad. Također treba istaći da je dovodni tunel izveden bez torkreta, a betoniranje je vršeno s oplatom od sanduka, obloženih limom. Svi radovi su tekli bez nekih iznenađenja i poteškoća, izuzev izvođenja cjevovoda preko korita r. Plive, koji je poluukopan i temeljen na sedri. Nekoliko puta su radovi bili obustavljeni zbog nadolaska velikih voda. I pored toga ovo postrojenje bit će završeno za nepune 4 godine.

Građevinske radove I. i III. deonice izvodi »Hidrogradnja« iz Sarajeva, a II. ŽGP br. 1, također iz Sarajeva. Injekcione radove izvodi »Geo-



Sl. 5 — Stator drugog generatora u montaži, dok je prvi potpuno dovršen

istraživanja« iz Zagreba. Montažu izvodi »Cer« iz Čačka. Investitor je »Elektrovrbas« Jajce. Sve projekte i narudžbu opreme izvršio je »Elektroprojekt« Sarajevo.

IZLOŽBENA HALA U NICI

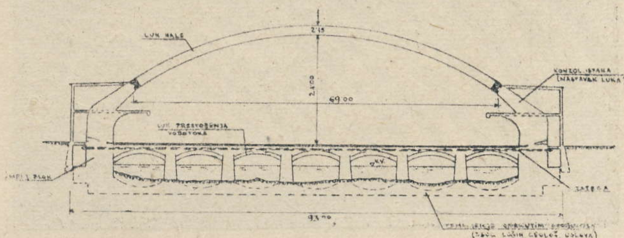
Ing. **Zdenko Wantur**

(Arhitekti *Richard* i *Michel Laugier*)

(Utisci sa puta po Južnoj Francuskoj)

Za potrebe »Foire internationale de Nice« trebalo je sagraditi novu natkrivenu izložbenu dvoranu, koja bi zadovoljila sve potrebe tog internacionalnog sajma u doglednoj budućnosti. Usko s time povezivalo se i pitanje smještaja sajma, s obzirom na to da u centru grada nije bilo podesnog slobodnog terena za gradnju. To se pitanje riješilo još u predradovima, to jest presvođenjem bujičnog vodotoka Paillon, koji protječe gotovo centrom grada. U prvoj etapi radova, god. 1951.—53., presvođeno je 250 m vodotoka, i to u poprečnom presjeku sa 7 svodova po 12 m. U maju 1955. god. započeto je sa drugom etapom gradnje, to jest podizanjem izložbene hale raspona 93 m, dužine 150 m, sa 50 000 m² izložbenog prostora; hala je završena u februaru ove godine. Treća etapa, sa čijom gradnjom je trebalo započeti ovog ljeta, predviđa nadsvođenje daljnjih 250 m vodotoka (čime se želi dobiti prostor za parkiranje kola za vrijeme sajma) i produženje hale za 50 m.

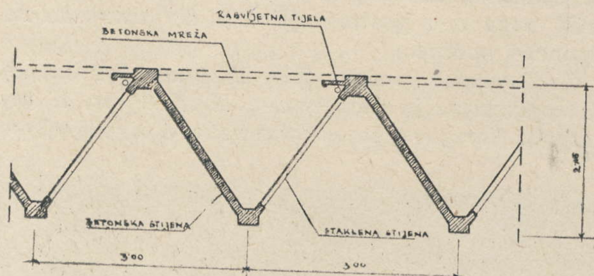
Prilikom projektiranja hale osobita je pažnja obraćena ne samo na arhitekturu hale, već i na što suvremenije i ekonomski-konstruktivno riješenje: pri tome je izabran kao osnovni građevni materijal beton. Što jednostavnije komunikaciono rješenje unutar hale, kao i slabi geološki uslovi srednjeg dijela vodotoka,



Slika 1

bili su glavni faktori, da je kao statičko rješenje hale uzet dvozglobni luk na konsolnim istakama, koje su povezane zategom (sl. 1).

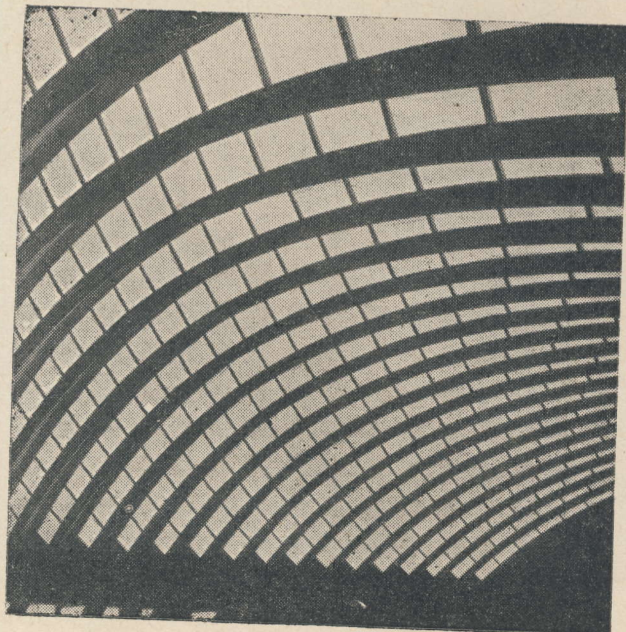
Kako je hala orijentirana u uzdužnoj osovini sjever-jug (što je uvjetovao smjer vodotoka), riješeno je osvjetljenje hale sjevernom rasvjetom (kao kod shed krovova), što dopušta originalna konstrukcija luka.



Slika 2

Luk je unutar zglobova polukružan, u presjeku je istostraničan trokut s konstantnom visinom h=2,15 m i bazom a=3,00 m. Nosivi elementi luka nalaze se u uglovima trokuta (u poprečnom presjeku), gdje je i smještena sva uzdužna armatura (sl. 2). Ploča i stupići su također armirani. Jedna strana trokutastog presjeka luka (i to ona južna) izvedena je kao pun betonski zid debljine 8 cm, a sjeverna je strana (zbog rasvjete) prazna i samo pregrađena vertikalnim gredicama 16×16 cm na razmaku od 3 m (sl. 3). Ta strana je pokrivena pleksiglasom, koje se pokazalo kao najprikladnije za tu svrhu. Sa gornje strane pleksiglasa postavljena su rasvjetna tijela, sa zadaćom da noću osvjetljavaju izložbeni prostor. Da se rasvijetna tijela zaštite od atmosferilija, na gornjem dijelu luka izbetoniran je mali konsolni pokrov (sl. 2 i 4).

Tako ostvareni luk predstavlja konstrukciju vrlo otpornu protiv savijanja u ravnini luka za sva opterećenja, koja napadaju u toj ravnini (stalni teret, snijeg, vjetar, temperatura). Pod djelovanjem momenata savijanja, u poprečnom presjeku luka gornji dio nastoji se približiti (ili udaljiti) od donjeg dijela, pa je zato prvenstvena uloga vertikala na šupljoj (sjevernoj) strani luka, da se suprostave tim pomacima; time te vertikale preuzimaju samo tlačnu (ili vlačnu)



Slika 3



Slika 4

silu, a nikako momenat savijanja, kao što je to slučaj vertikala običnog Vierendeelovog nosača. Otpornost protiv torzije luka postignuta je polaganjem montažne betonske mreže sa gornje strane, čija je druga zadaća,



Slika 5

da poveže lukove i učvrsti ih protiv napada vjetra sa čeone strane hale (sl. 3). Elementi te mreže su prefabricirani, pa im je na gradnji armatura u čvorovima dobro žicom povezana i čvorovi zaliveni betonom (sl. 6). Tom betonskom mrežom su povezani lukovi, i to po 10 elemenata zajedno (30 m), te je na tu udaljenost krovište dilatirano, zbog stezanja i rastezanja betona u uzdužnom smjeru (sl. 4 i 5).

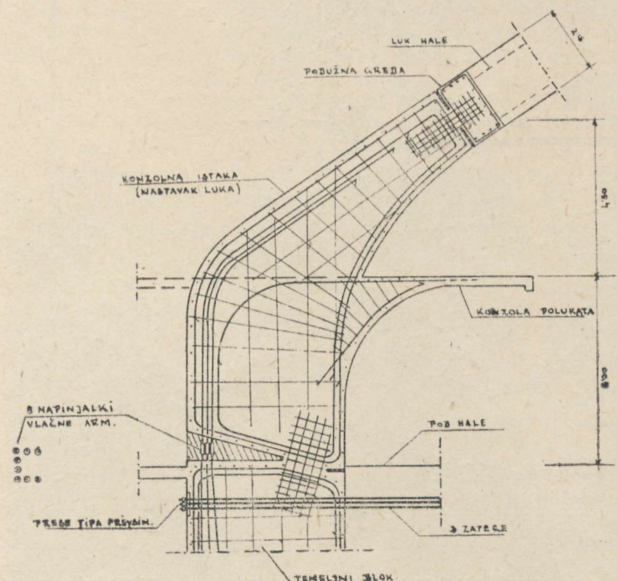
Lukovi su povezani polumekim zglobovima sa dolje nastavljajućim konsolnim istakama, koje imadu zadaću da prenesu sva opterećenja s lukova na temelje (sl. 1).



Slika 6

Te istake nalaze se na razmaku od 6 m, tako da svaka istaka preuzima opterećenje od dva luka. Da bude prenos tog opterećenja centričan, vrši se putem jedne podužne grede, koja preuzima opterećenja sa sve tri točke poprečnog presjeka pojedinog luka i predaje ih samo u jednoj točki (polumeki zglob) na donje konsolne istake. Time je postignuta svrha, da se svi tereti lukova predaju i jednoj uzdužnoj liniji.

Da se postigne točan nagib konsolnih istaka prema lucima i temeljnim blokovima (sl. 1), konsolne su istake i specijalno betonirane (sl. 7). U svom donjem dijelu konsolna se istaka oslanja s unutrašnje strane polumekim zglobom na temeljni blok (tlačna zona), a sa vanjske strane slobodno prolazi vlačna armatura u temeljni blok, pa je na tome mjestu postavljeno osam napinjalki, čijim se paralelnim napinjanjem ili otpuštanjem dobiva poželjan nagib konsolne istake. Tako je moguća i naknadna korekcija kuta priklona, u slučaju da naknadno dođe do sljegavanja temeljnog

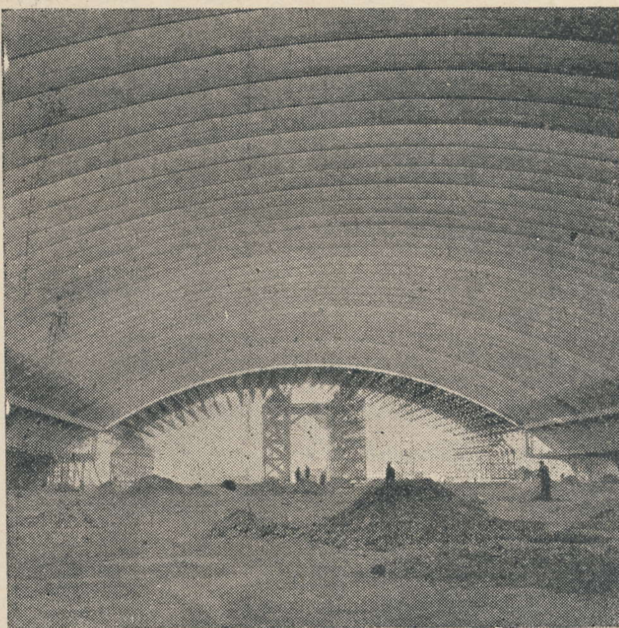


Slika 7

bloka. Taj kut priklona tako je izabran, da se može održati ravnoteža konsolne istake i temeljnog bloka zasebno, bez djelovanja opterećenja luka.

Kod temeljenja, iskorišten je ujedno upornjak nadsvođenja vodotoka Paillon kao temeljni blok za preuzimanje opterećenja hale. Sila, koja proizlazi iz opterećenja hale na jedan konsolni blok, a koja dolazi pod nagibom, rastavlja se na vertikalnu i horizontalnu komponentu. Dok se dno bloka upornjaka nalazi na dobro nosivim diluvijalnim naslagama šljunka, koje u potpunosti preuzimaju vertikalnu komponentu opterećenja, gornje naslage uz zidove bloka temelja su od vlažne gline s nosivosti svega 0,3 kg/cm² Zato se može bočno predati svega 20 t od horizontalne komponente, dok se preostalih 80 t predaje u zategu (sl. 7). Ta zatega je trostruka, i izrađena je po Freysinetovu principu; najprije su se posebnim hidrauličnim prešama napele žice u cijevi zatege, a zatim se u šuplju cijev zatege ubrizgao tekući beton; u tom stadiju se ostavilo, da beton očvrsne. U srednjoj cijevi, koja služi kao rezerva, nema žice.

Za podizanje ove hale, to jest za betoniranje lukova, sagrađena je i posebna skela od bešavnih cijevi, koja leži na četiri drvena stupišta (sl. 8). Skela



Slika 8

je računata kao trozglobni luk, no nije i konstruktivno tako izvedena, jer bi konstrukcija s pravim zglobovima bila odviše skupa i komplicirana za povišenu građevinu. Skela je pomična paralelno s uzdužnom osovinom hale, jer se stupovi mogu pomicati na tračnicama. Raspon te lučne skele je 70 m, širina 24 m, a težina čeličnih cijevi je 360 t. Montaža skele izvršena je za manje od tri mjeseca.

Ostali konstruktivni i sporedni elementi hale građeni su na dosada uobičajeni način. Kod razdjelnih i vanjskih zidova upotrebljene su šuplje kocke od lakog betona (briquets). Izolacija je na svim potrebnim mjestima provedena plastičnim masama francuske produkcije. Svi glavni nosivi dijelovi su od betona B-300, izuzev polumekih zglobova, gdje je marka betona 500. Veći dio armature je Thor-čelik 37, a ukupna težina armature je 1000 t. Kod čitave gradnje izvršeno je 8000 m³ zemljanih radova i ugrađeno 7000 m³ betona. Na gradilištu je stalno radilo 95 radnika pod nadzorom 3 inženjera-specijalista za betonske konstrukcije u visokogradnji.

GRADNJA HIDROELEKTRANE SCHWARZACH

Nedavni kratki privatni boravak u Austriji iskoristio sam i za obilazak gradilišta jednog značajnog hidroenergetskog postrojenja, i to hidroelektrane Schwarzach na rijeci Salzach. Postrojenje izgrađuje investitor Tauernkraftwerke A. G. u sklopu grupe hidroelektrana »Mitlere Salzach«, koja se idući nizvodno nastavlja na već izgrađenu grupu Glockner—Kaprun. Ta je hidroelektrana prva u nizu od njih 5 predviđenih na r. Salzach na potezu od Kapruna do Salzburga. Opća dispozicija postrojenja vidi se iz sl. 1.

Postrojenje je derivaciono sa maksimalnim padom od 149 m, uz instalirani protok od 100 m³/sek. i odgovarajuću snagu od 120 MW, te prosječnu godišnju proizvodnju 395 GWh, od toga pretežno (59%) ljetne energije.

Značajno je, da postrojenje na zahvatu nema akumulacionog basena, jer se koriste već regulirane vode u postrojenju Kaprun, koje leži cca 20 km uzvodno i koje, kako je poznato, ima tri akumulaciona jezera sadržine ukupno 175 milijuna m³.

U okviru ovog kratkog prikaza osvrnut ću se samo na izgradnju dvaju najznačajnijih objekata tog postrojenja, i to 16,5 km dugog dovodnog tunela potkovičastog profila i promjera 5,50 m, te basena za dnevno izravnanje sadržine 1,8 milijuna m³ na kraju ovog dovodnog tunela, koji ujedno preuzima ulogu vodne komore.

Dovodni tunel napadnut je iz 4 postrana horizontalna okna. Najduža dionica između tih okana iznosi 5 161 m. Kod izgradnje primijenjene su isključivo nove suvremene metode građenja tunela, kako na radovima iskopa, tako i na betoniranju obloge, sve uz maksimalnu primjenu građevinske mehanizacije, i to mahom specijalno konstruiranih ili adaptiranih sredstava za izvođenje tunelskih radova uz postizavanje odgovarajućih brzih napredovanja.

U okviru ovog prikaza mogu se tek u grubim potezima prikazati primijenjene metode i sredstva, kao i postignuti uspjesi i stečena iskustva. S obzirom na to, da je na svakom napadnom oknu radove izvodilo drugo poduzeće, odnosno radna zajednica od 3—4 poduzeća, te s obzirom na donekle različite geološke prilike, različite dužine dionica, raznoliko raspolaganje građevnom mehanizacijom i, konačno, različito gledanje pojedinih mjerodavnih tehničkih rukovodilaca na rješavanje pojedinih problema organizacije i izvedbe radova, primijenjene su na svakom od ovih tunelskih gradilišta više ili manje različite metode građenja.

Što se tiče slijeda izvođenja iskopnih i betonskih radova radilo se ovako:

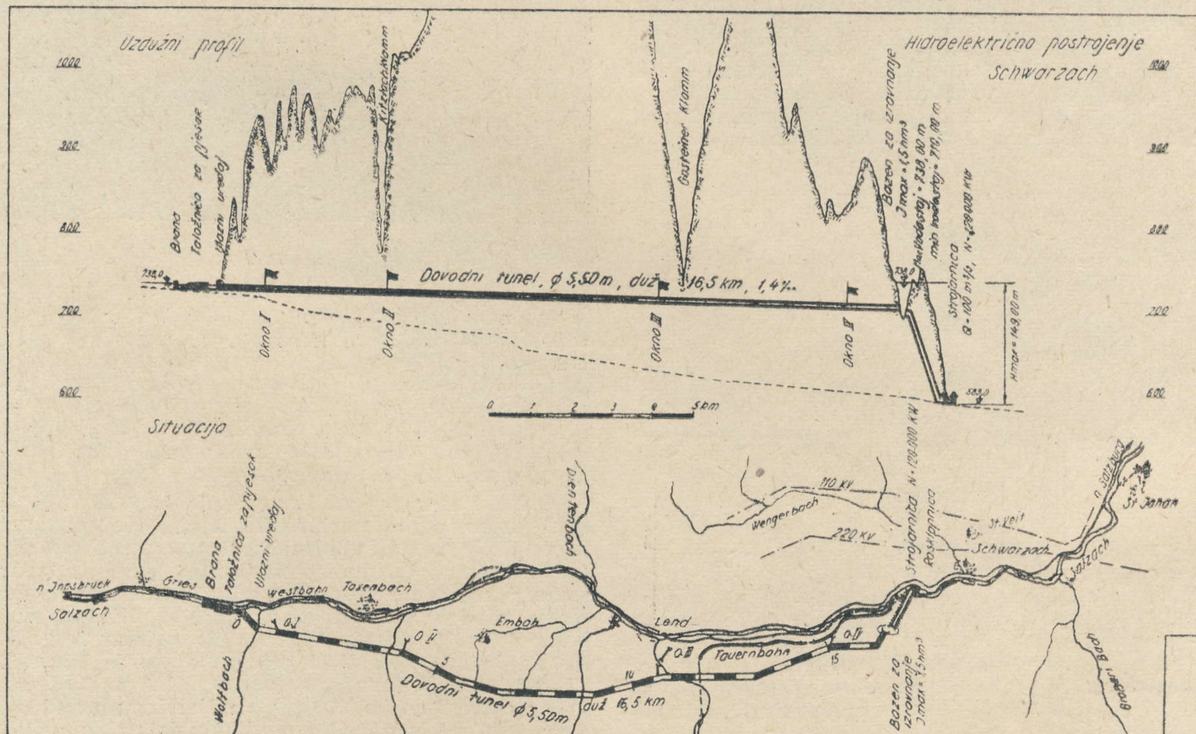
1. kod većih dužina radnih dionica (3—4 km) izvođeni su istovremeno radovi iskopa i betoniranja,
2. kod nešto kraćih radnih dionica (cca 2 km) izvršen je najprije u potpunosti cio iskop, a tek onda se pristupilo betoniranju obloge.

Svakako je ova posljednja metoda simpatičnija i jednostavnija što se tiče organizacije i odvijanja radova, jer su transportni problemi, koji ionako predstavljaju ključni problem kod izgradnje duljeg tunela, u tom slučaju daleko lakši i jednostavniji nego li u slučaju istovremenog rada na iskopu i betoniranju.

Sam iskop vrši se principijelno na 2 načina:

1. Na dionici gdje se prije betoniranja obloge najprije izvršio sav iskop i gdje ga je zbog toga trebalo izvršiti osobito brzo, izvodio se iskop forsiranom izradom smjernog potkopa a neposredno za tim izradbom proširenja. Tom metodom postignuta su vrlo velika napredovanja, maksimalno i do 15 m dnevno u punom profilu.

2. Na gradilištima, gdje istovremeno s iskopom izvodimo i betoniranje, napuštena je prethodna metoda, pa se prešlo na iskop u punom profilu, jer je



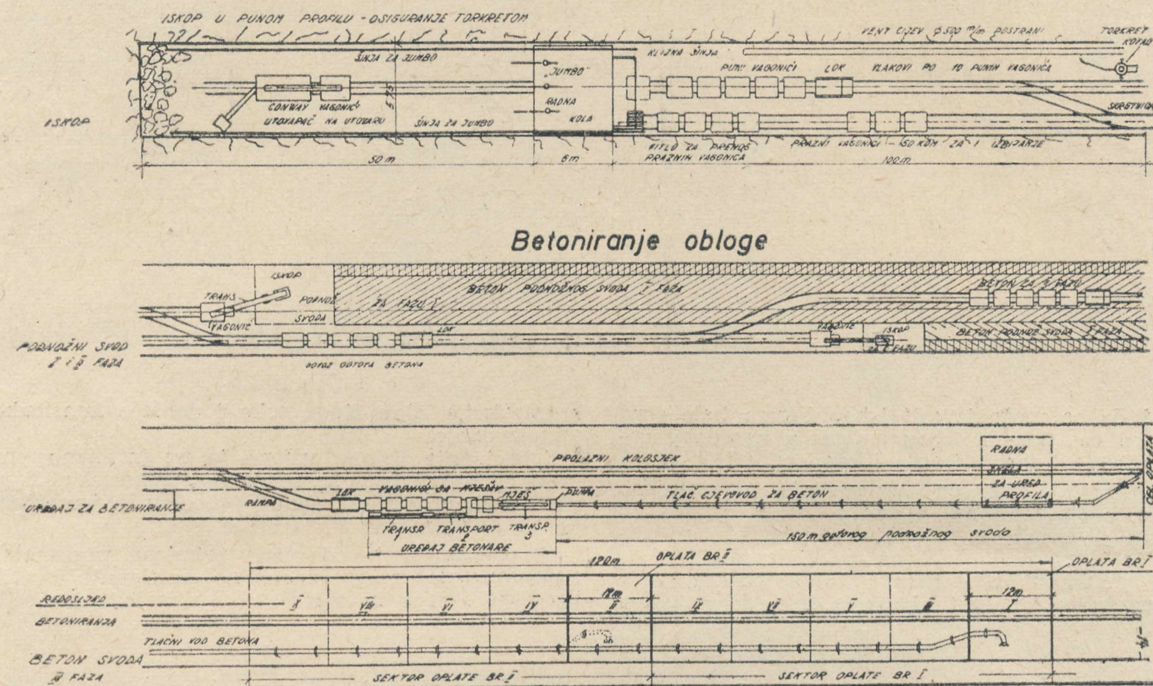
Sl. 1 — Situacija i uzdužni profil hidroelektrane Schwarzach

to znatno pojednostavnilo izvođenje radova, a usto ipak omogućilo postizavanje prosječnih mjesečnih napredovanja od 200—250 m, što je bilo dovoljno za dovršenje izgradnje tunela u predviđenom roku od cca $2^1/_2$ godine.

Iskop se vršio po švedskoj metodi uz upotrebu bušaćih skela vlastite konstrukcije s relativno lakim pneumatskim bušarima (21 kg) i krakovima za potiskivanje, uz upotrebu brizantnog sigurnosnog eksplo-

Treba konačno imati u vidu, da je na pr. na jednom od okana, s kojeg se izvodilo cca 6 km tunela, trebalo dnevno prebaciti i do 1000 m³ materijala (iskopa i betona) i da je za to bilo u radu čak 17 teških dizel lokomotiva od 50—100 KS.

U sl. 2. prikazan je shematski iskop u punom profilu sa bušaćom skelom, koja straga imade električnu dizalicu za izmjenu punih i praznih vagonića, i to na dionici, gdje se betoniranje vrši istovremeno s iskopom.



Sl. 2 — Organizaciona shema izvođenja radova na gradilištu okna IV.

ziva i električno paljenje kapslama s usporenim paljenjem. Utovar se vršio s 1—2 utovarne lopate sadržine 2,0 m³. Interesantno je, da su s uspjehom upotrebljene isključivo dizel lokomotive s prečistačem, te se s obzirom na zagađenje zraka u tunelu nije smatralo neophodnim nabaviti akumulatorske lokomotive ili lokomotive na komprimirani zrak, kojih pogon je višekratno skuplji. Problemi transporta bili su osobito teški na dionicama, gdje su se istovremeno izvodili iskopni i betonski radovi, usprkos toga što je u tunelu bio postavljen dvostruki kolosjek.



Sl. 3 — Kaptiranje i dreniranje procjednih mjesta

Osobito interesantno je privremeno osiguranje iskopanog profila na mjestima, gdje je stijena čvrsta (filit), ali se tokom vremena kod kontakta sa zrakom

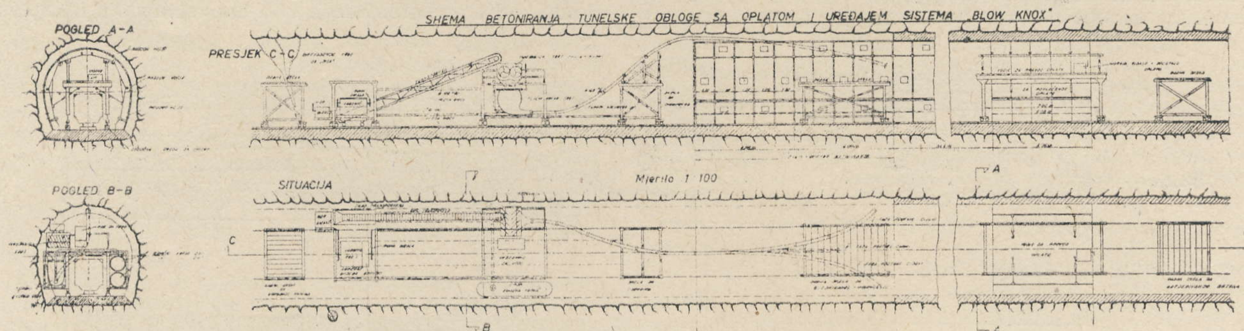


Sl. 4 — Čelična teleskopska oplata Blow-Knox

raspada. To se vrši nabačajem torkreta neposredno nakon izvršenog iskopa debljine 10—15 cm. U slučaju pojave slabije (raspadnute) stijene vrši se osiguranje (podgrađivanje) čeličnim okvirima »Alpina«, kakvi se inače upotrebljavaju u rudarstvu, uz izvedbu odgovarajućeg debljeg sloja žičanom mrežom armiranog torkreta debljine 30—50 cm. Na taj je način izveden

i prolaz kroz cca 70 m jake naslage morene na izlazu tunela tj. proboju njegovu u basen za dnevno izravnanje, a da nije upotrebljen ni jedan komad drveta niti primenjena stara klasična metoda građenja. Naravno, takav način osiguranja dolazi u obzir samo tamo, gdje je tlo ipak toliko povezano, da ne

Betoniranje obloge tunela vršeno je u 3 faze, i to tako, da je najprije betonirano dno u 2 faze, a nakon toga sam svod, kako je to prikazano shematski u sl. 2 za dionicu, gdje se betoniranje vrši istovremeno s iskopom. Betoniranje svoda vršeno je isključivo primjenom pokretne čelične oplate, i to kako originalne



Sl. 5 — Ubacivanje betona pneumatskim topom

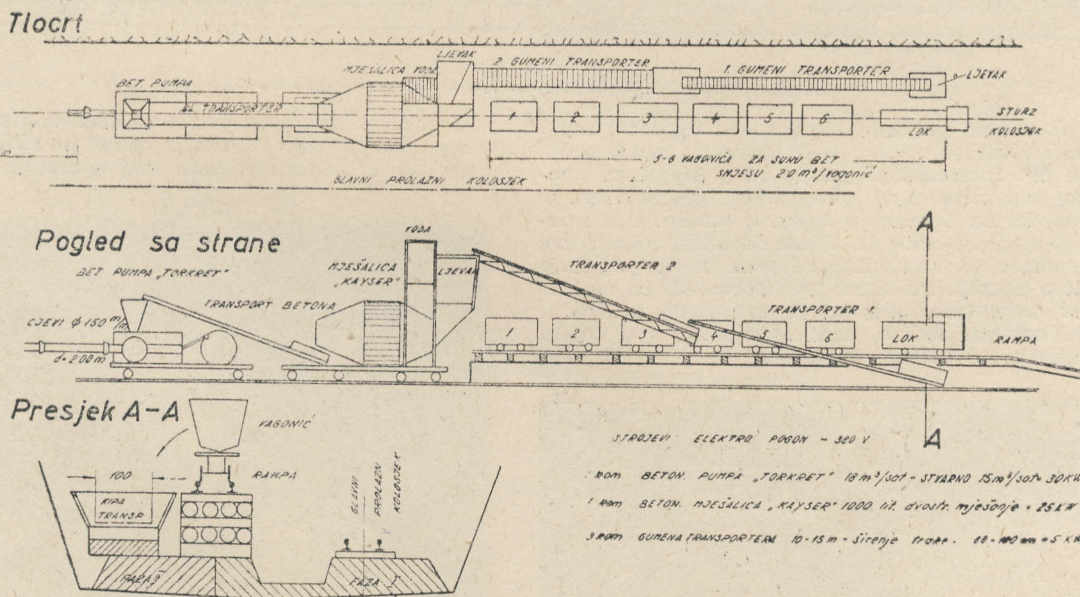
ispada i da se može izvesti iskop barem kalote na dubinu od cca 0,60 m, zbog umetanja narednog čeličnog prstena i torkretiranja iskopanog dijela.

Podgrađivanje pomoću ankerovanja primijenjeno je rjeđe, s obzirom na to, da to nije odgovaralo karakteru stijene. Ipak je i taj način izvanredno efikasan, što je na pr. uočeno na potezima osiguranima čeličnim prstenovima, ankerovanim pri dnu, gdje je kod naknadne pojave potisaka brda došlo do potpunog

konstrukcije Blow-Knox tako i domaće konstrukcije i proizvodnje.

Ubacivanje betona vršeno je uz primjenu pneumatskog topa (sl. 5) ili betonske pumpe (sl. 6) i potpuno mehaniziranim radnim procesom s kapacitetom ugradnje betona od 8—12 m³/sat.

S vremenom je odbačena primjena pneumatskog topa, navodno zbog nedovoljno postignute kvalitete betonske obloge, no vjerojatno i s razloga, što se be-



Sl. 6 — Ubacivanje betona pumpom

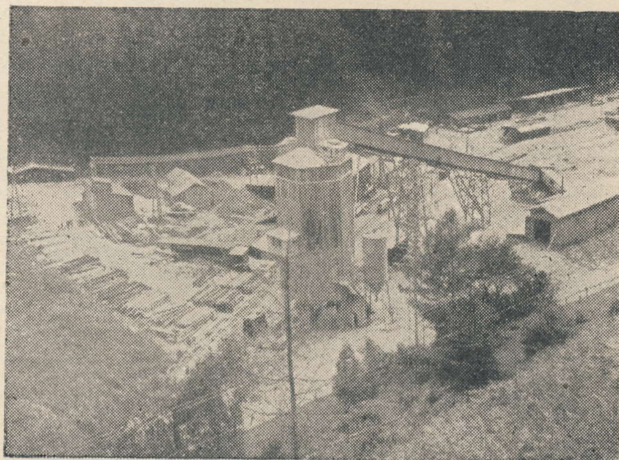
deformiranja tih prstenova, a da sami ankeri nisu popustili.

Mnoge izvore trebalo je prije betoniranja kaptirati i vodu dovesti do drenaže u dnu. To je vrlo uspješno vršeno izvedbom odgovarajućih drenažnih kanalića uz upotrebu brzovezućih preparata »Sika« (sl. 3).

tonske pumpe općenito uzevši, vrlo mnogo primjenjuju na većim gradilištima Austrije, pa tamošnji radnici i stručnjaci imaju više iskustva s tom mehanizacijom.

Miješanje betona vrši se u tunelu u neposrednoj blizini mjesta ugradnje. Izvana dolaze ili vagoneti sa već izmiješanom suhom mješavinom u automatskoj

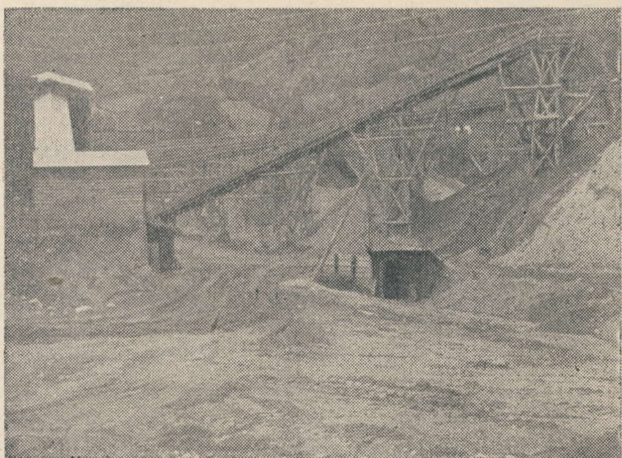
betonari (sl. 7), tako da je miješanje sa vodom u tunelu skraćeno na svega 30 sekunda, ili se pak u tunel uvoze vagoneti s težinski doziranim komponentama, pa se miješanje vrši tek u tunelu.



Sl. 7 — Toranj automatske betonare (»Vögele — 3×1500 l)

Beton se ubacuje kroz odgovarajuće otvore u čeličnoj oplati, kroz koje se vrši i vibriranje betona pervibratorima.

Upotrebljen je šljunkovit agregat, dobiven iz centralne separacije uz rijeku Salzach, koji se prevozi kamionima na sva gradilišta na daljinu do maksimalno 15 km.



Sl. 8 — Centralna separacija za agregat s otvorenim deponijama

Uz primjenu opisanih metoda postignuta su velika napredovanja, i to na pr. na jednom od gradilišta s nepovoljnijim geološkim uslovima i kod izvođenja istovremenog iskopa i betoniranja tunela kako slijedi:

Iskop u punom profilu od početka gradnje — prosječno	170 m/mj., maks 265 m/mj.,
beton dna — prosječno	200 m/mj., maks 350 m/mj.,
beton kalote — prosječno	220 m/mj., maks 330 m/mj.

Na taj način moći će se glavni radovi na ovom 16,5 km dugom tunelu završiti u manje od $2^1/_2$ godine, uz postizavanje prosječnog mjesečnog napredovanja izgradnje od barem 170 m gotovog tunela (prema, na pr., kod nas postignutom rezultatu pri izgradnji dovodnog tunela manjeg presjeka za HE Gojak od prosječno 55 m mjesečno na dionici s primjenom suvremenih metoda građenja ali uz znatno slabiju mehanizaciju). To je svakako vrlo lijep rezultat, koji je postignut usprkos toga, što i u Austriji još nemaju dovoljno iskustva s tim novim metodama i što se osjeća izvjesno lutanje u traženju najpovoljnijih metoda i mehanizacije. Broj i kapacitet primijenjene mehanizacije na svim radnim mjestima za naše je pojmove upravo ogroman i daleko veći od onog, što možemo danas vidjeti na našim najbolje opremljenim gradilištima takvog karaktera.

B a s e n z a d n e v n o i z r a v n a n j e predstavlja s izvedbene strane vrlo interesantan objekat. U prvom redu izvršeni su vrlo opsežni iskopi i odvozi zemlje od preko 1,0 milijuna m³, jer je cijeli basen praktički trebalo iskopati u terenu. Taj je iskop bio



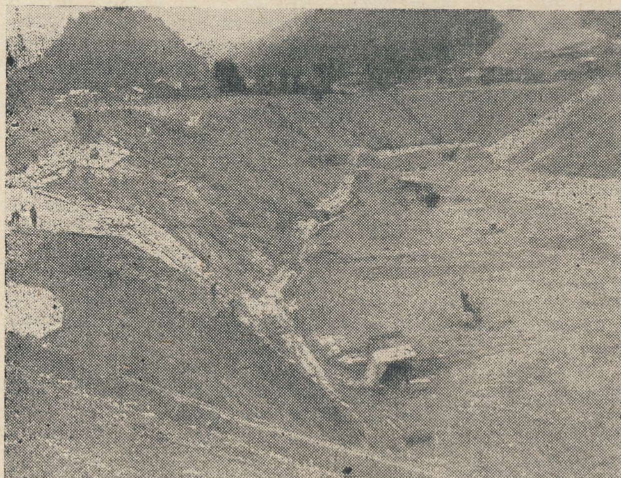
Sl. 9 — Basen za dnevno izravnanje

već završen u vrijeme obilaska gradnje, a izvršen je uz primjenu odgovarajuće suvremene teške mehanizacije za zemljane radove.

Prema tome izvodili su se radovi na planiranju i zbijanju pokosa (sl. 10) i izvedba nepropusne obloge sveukupne površine basena (sl. 11).



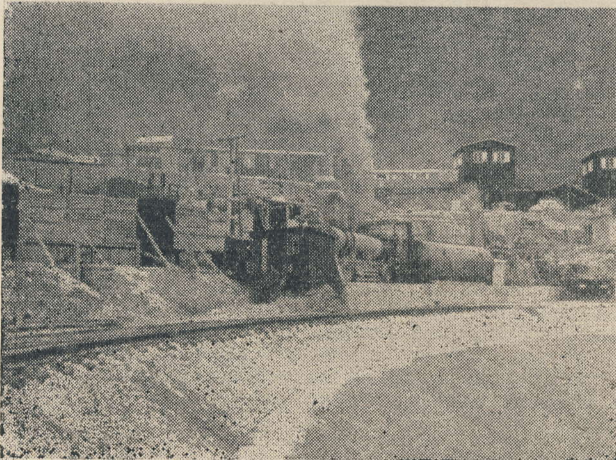
Sl. 10 — Zbijanje zemljanog pokosa vibrirajućim valjkom, u pozadini grubo planiranje buldozerom na pokosu 2 : 3



Sl. 11 — Izvedba nepropusne obloge (sprijeda torkretne, u pozadini asfaltne)

Ta nepropusna obloga izvodila se na 2 načina, i to:
- na stjenovitom tlu (filitni škriljci) od obloge žičanom mrežom armiranog torkreta debljine prosječno 8—10 cm,
- na zemljanom tlu od asfaltne obloge u tri sloja ukupne debljine 25 cm. Ta asfaltna obloga leži na podlozi, koja se polaže na točno izravnano i dobro zbijeno tlo, na kojem je izveden filtar u 3 sloja različite granulacije, koji je zaštićen žičanom mrežom. Na njemu je izrađena 60 cm debela podloga od krupnog lomljenog kamena, preko kojeg je nabačen, izravnavajući sloj torkretne žbuke, debljine cca 8 cm, na koji se tek polaže asfaltna izolacija.

Izrada asfaltne mase vrši se u moderno opremljenoj fabrici instaliranoj na gradilištu (sl. 12).



Sl. 12 — Tvornica asfalt-betonske mase

Izvođenje same asfaltne obloge vrši se u 3 sloja, uz upotrebu specijalno za ovu gradnju konstruiranog finišera i uređaja za njegovo pokretanje po kosini (sl. 13), sa valjanjem vibrirajućim valjcima i zbijanjem pločastim vibratorima.



Sl. 13 — Izvedba asfaltne obloge — u pozadini čišćenje filitne stijene prije nabacivanja torktreta

Iz izloženog se vide lijepi uspjesi građevinara u Austriji. Međutim, uočljiva je i činjenica, da se ti uspjesi mogu postići samo uz primjenu po broju i kapacitetu jake i suvremene građevinske mehanizacije. Nadalje se pridaje tolika važnost bržoj izgradnji i održavanju roka puštanja u pogon tako značajnih i rentabilnih postrojenja, da se svijesno toleriraju i donekle veći troškovi izgradnje zbog, na pr., predimenzionirane građevne mehanizacije, jer su ti više-troškovi tek dio postignutih kasnijih ušteda.

Držimo, da je obilazak takvih i sličnih vrlo mehaniziranih gradilišta upravo u našim susjednim zemljama osobito koristan za naše stručnjake, i mislim da bi DIT Hrvatske trebao organizirati takvu ekskurziju.

Ing. V. J.

Dopisi redakciji

O IZGRADNJI TORNJA NA VELESAJMU

Nema sumnje, da je za nas konstruktore vrlo primamljiva ideja podizanja jednog visokog tornja ili, bolje rečeno, jednog visokog objekta na ravnoj obali Save, koja leži nasuprot gradu.

Imade u tome onoga što bismo mogli nazvati za konstruktera sretnim slučajem, kad se traži efekt pomoću neke originalne konstrukcije. Objekt bi u ovom slučaju mogao biti oblikovno toliko jak, da za dulji vremenski period bude jedna od glavnih karakteristika grada. Mislim, u onom smislu, kako je to danas katedrala. Svi smo se saživili s time, da u silueti grada vidimo njen toranj, za koji znamo da nije originalan, niti predstavlja neko dostignuće u tehnici ili arhitekturi, niti je tako što ikada značio. Ipak, po njemu poznajemo naš grad.

Čini mi se svakako primamljivom ideja, da se tako nešto markantno učini i na drugoj obali Save. Ali, danas su mogućnosti drukčije, pa bi i objekt morao biti drukčiji. Ne samo to, nego se danas više ne možemo zadovoljiti time, da skromno i ropski oponašamo strane graditelje; nas n[illegible]doovljava ni da to bude neki stereotipni objekt, [illegible]k neki objekt, koji će se svakome laiku činiti sam[illegible]o sebi jasnim i normalnim. Mi očekujemo atrakciju.

Kad govorimo o atrakciji na lijevoj obali Save na ravnici, koja je danas zauzeta Velesajmom, onda mislim, da bi to trebao biti objekt, koji će svima jasno pokazati: Evo, tu je naš Velesajam; takve objekte mi znademo graditi; možda želite, da i vama izgradimo nešto slično.

Ako, dakle, govorim o atrakciji, onda želim podvući razliku između onoga što nam je normalno i onoga što nas začuđuje, što u nama pobuđuje osobit efekat.

Kad vidimo čovjeka, koji normalno hoda po zemlji, onda je to svima jasno i nitko ne će ići na posebnu priredbu, da gleda čovjeka kako hoda. Ali, ako netko hoda na jednoj ruci, ili pravi svakojake akrobacije »lebdeći tako nad zakonom teže«, onda nas to zadivljuje, zanima, možda čak očarava.

Kad dakle govorimo o nekoj visokoj zgradi ili objektu, na kojem bi trebalo bazirati osobitost zgrada, onda zamišljam nešto bizarno, nešto za što će svatko pitati: zar je moguće tako što stvoriti. Takva ideja se u konstrukteru mora odraziti kao težnja za nečim novim, nečim još neviđenim, nečim što će pobuditi i posve drugi dojam nego normalne pravilne kockaste zgrade stambenih objekata grada.

Ako su obične zgrade okomitih ploha, ako su to kubusi u svim varijacijama, dajmo tom objektu, recimo, kosi ili neki drugi oblik, ali bizaran oblik.

Kosina tornja može reći, da taj objekt nije obična građevina. Ta kosina je poželjna, nova, bizarna, linija u strogom standardu vertikala i horizontala današnjeg grada i onoga grada kakav se izgrađuje.

Ako su obične zgrade od betona, opeke i punih stijena s prozorima, učinimo stijene ovoga objekta prozirnima, učinimo ih od novih modernih materijala. Osvijetlimo taj objekt tako, da koristimo i danju i noću spektar boja.

Na ravnici druge obale Save, gdje se podiže Velesajam, čini se da imamo upravo idealno mjesto za takav objekt. Dignimo na novoj obali nešto, što će govoriti, da postoje još druge mogućnosti razvoja zgradarstva, dalje od današnjih.

Taj toranj trebao bi biti reklamni objekt, ali ispravnije je, da čitava konstrukcija kao takva bude reklama, jer je to svakako sadržajnija reklama nego bilo kako oličeni zid sa divovskim slovima.

Neka objekt bude takav, da će sam biti najbolji dokaz, što sve može ta i ta industrija da izradi, a naš grad da izmisli. I s tog stanovišta objekt mora biti nešto još nesagrađeno, nešto što ne oponaša negdje već postojeće slične objekte, jer slaba je reklama objekt, kakav imade netko drugi, i to dvostruko veći, a izveo ga je pred više desetljeća.

Moramo misliti na pojavu objekta kao cjeline, na utisak što će ga on pobuditi u laika.

Druga je svrha tome objektu, da bude vidikovac za posjetioce s restoranom i platformama. To je također vrlo privlačna ideja.

Naravno, za to mora biti u prvom redu na vrhu objekta pristupačnog mjesta za posjetioce, ali ne samo za prolaz, nego mjesta, na kojem se može pojedinac zadržavati dulje vremena.

Dajmo mogućnosti čovjeku, koji se povlači čitav život ispod okomitih zidova zgrada sve viših i viših, koje ga kao takove tište, da dođe u prostor, koji će u njemu pobuditi dojam da lebdi u zraku.

Uzmimo u tome smislu toranj, koji je kos. On je, naravno, nešto neobično, jer se takvi objekti ne grade. Ali, za nas je vrlo interesantno i to, kako će se osjećati posjetilac terase na vrhu toga tornja. Mi bismo htjeli, da on taj posjet zapamti ne samo po tome što će ozgo vidjeti, nego i kako će se osjećati na nekoj lelujavoj platformi, koja ozdo baš nije uvjerljivo poduprta.

Neka objekt stoji tako, da nije baš jasno, kako to da uopće stoji, neka stoji neobično, možemo reći i »neprirodno«, jer je to ono što privlači.

Danas, međutim, još stvari nisu tako daleko, da bi trebalo govoriti konkretno o kosom tornju, njegovim detaljima i prednostima. Još nisu dovoljno prostudirane mnoge stvari u oblikovnom i konstruktivnom pogledu, pa i u pogledu namjene, a i sredstava za ostvarenje takvoga objekta.

Daleko smo i od toga, da bismo na kosi toranj gledali kao na jedino moguće i jedino ispravno rješenje. Možda će netko pronaći nešto bolje; to nije toliko važno, koliko je važno da se zadržimo na osnovnim idejama o tome objektu.

Hoćemo li se nakon toga vratiti na kosi toranj? Možda, ali danas je još suviše rano zatvarati diskusiju, koja zapravo nije ni otpočela.

Ing. *Kruno Tonković*

Iz republičkog građevinskog inspektorata

KONTROLA KVALITETA GRAĐEVNOG MATERIJALA

Iz izvještaja građevinskih inspektora o izvršenoj inspekciji pojedinih gradilišta i iz izvještaja o tehničkom pregledu završenih građevinskih objekata vidi se, da neka građevinska poduzeća još uvijek ne posvećuju dovoljnu brigu ispitivanju građevinskog materijala, pa se ne postizava onaj kvalitet građenja, kakav je bio predviđen u elaboratu i ugovoren između investitora i izvođača. Tim je povodom ponovno skrenuta pažnja inspektorima NO kotara na neke karakteristične pojave, koje treba sistematski suzbijati.

1. Kontrolna ispitivanja betona

Iz podataka, koje Institut građevinarstva Hrvatske i Tehnički fakultet u Zagrebu dostavljaju Republičkom građevinskom inspektoratu, može se zaključiti, da neka poduzeća uopće ne kontroliraju kvalitet betona, iako izvode različite armirano-betonske konstrukcije.

Prema čl. 38 PTP za beton i armirani beton dužni su izvođači kod svih važnijih objekata i u svima slučajevima primjene betona visoke otpornosti dokazati prethodnim probnim opitima, da je postignuta ona čvrstoća, koja je propisana u statičkom proračunu, a za vrijeme građenja mora se to stalno provjeravati. Za ostale građevine dovoljno je samo ispitivanje za vrijeme izvođenja.

Analogno inostranim propisima traži građevinski inspektorat da se kontrolna ispitivanja vrše na svakih 50—100 m^3 betona ugrađenog u armirano-betonske konstrukcije.

Upozorene su sve građevinske inspekcije, da protiv izvođača, koji se ne pridržavaju tih propisa, poduzmu zakonske mjere.

Uredba o građenju predviđa kazne od 50 000—1 000 000 dinara za one izvođače, koji izvode građevinske objekte protivno standardima, tehničkim uputstvima i principima.

Republički građevinski inspektorat analizirao je 1130 atesta o ispitivanju betonskih kocaka, lomljenih u I. polugodištu ove godine. Kod te analize ustanovljeno je ovo:

Sa područja NO-a kotareva Bjelovar, Daruvar, Koprivnica, Križevci i Slav. Požega nije primljen ni jedan atest o ispitivanju betona u I. polugodištu ove godine.

Nije primljen ni jedan atest za 48 manjih građevnih poduzeća, a to je 52% od ukupnog broja građevinskih poduzeća NR Hrvatske. Taj je procenat stvarno nešto manji, jer tom analizom nisu obuhvaćena ona ispitivanja, koja su eventualno izvršena izvan područja NRH.

Pored betona odličnog kvaliteta nalazimo u atestima i dosta loših rezultata.

Tražena marka betona nije postignuta u 262 slučaja, t. j. 23% od ukupnog broja pregledanih atesta.

Taj nam procenat najbolje pokazuje, kako mnoga građevna poduzeća poklanjaju vrlo malo pažnje ispravnoj proizvodnji betona i prepuštaju taj posao poslovođama i strojarima na mješalici, a nadzorni organi investitora toleriraju takav postupak.

Najveći broj ispitivanja u spomenutom periodu imala su građevna poduzeća »Tehnika« Zagreb (120 ispitivanja), »Novogradnja« Zagreb (103), »Tempo« Zagreb (102), »Primorje« Rijeka (96), »Industrogradnja« Zagreb (76), »Hidroelektra« Zagreb (64), »Ivan Lavčević« Split (51) i t. d.

Najmanji procenat negativnih rezultata imaju poduzeća »Hidroelektra« — Zagreb, »Primorje« — Rijeka, »Jadran« — Rijeka, »Udarnik« — Zagreb, »Tempo« — Zagreb, »Tehnika« — Zagreb, »Novogradnja« — Zagreb i t. d.

Kod svih negativnih rezultata odredila je Građevinska inspekcija, da se ima primijeniti toč. 8.6 PTP za beton i armirani beton, t. j. produžiti rokove za skidanje skela i oplata i za odnosnu konstrukciju prije upotrebe utvrditi stvarni stepen sigurnosti naročitim ispitivanjem ili probnim opterećenjem u smislu toč. 46-51 PTP za beton i armirani beton.

Iz nekih se atesta ne vidi, koja je marka betona predviđena, za koji konstruktivni dio je izvršeno odnosno kontrolno ispitivanje i t. d. Upozoruju se izvođači, da se takvi nepotpuni atesti ne mogu uzeti u obzir, pa se smatra, da kontrolno ispitivanje nije ni izvršeno.

Neki rezultati ispitivanja zabrinjuju ne samo što se tiče ekonomičnosti građenja, već i po pitanju stabilnosti objekta. Tako na pr.: za sitno rebričasti strop na stambenoj zgradi u Vrbanićevoj ulici u Zagrebu predviđeno MB 220, a postignuto je samo 61 kg/cm². U napomeni tog atesta kaže se:

»Mikroskopskim pregledom strukture ispitanih pokusnih tijela uočava se, da zrna nisu povezana s mortom zbog filma mulja na njima. Nadalje, fino do srednje spužvasta struktura betona ukazuje, da je beton rađen sa enormno velikom količinom vode. Također svijetlo prašnjasta struktura morta u betonu upućuje na to, da je beton, iako rađen s velikom količinom vode, brzo izgubio tu vodu, te sve skupa uslovilo ovako loš kvalitet betona.«

I kod ostalih negativnih rezultata utvrđeno je, da su se kod pripremanja i ugradbe betona ponavljale općenito poznate grješke: upotreba prljavog i muljevitog agregata u prirodnoj mješavini, previsoki vodocementni faktor, loš granulacijski sastav agregata, osobito zrna 0 do 8 mm, loš cement, nestručni postupak kod vibriranja betona, slaba njega betona nakon ugradbe. Svaka ta komponenta smanjuje kvalitet betona, ali kad u isto vrijeme djeluje više takovih komponenata, tada se primjerice dobiju ovakvi rezultati:

Za predviđenu MB 110 postignuto je na jednoj stambenoj zgradi u Novoj Gradiški 31 kg/cm².

Za MB 160 postignuto je na bolnici TBC Novi Marof 60 kg/cm².

Za MB 220 postignuto je na gradilištu u Samoboru 86 kg/cm², na gradnji stambenog objekta na Odranskoj cesti u Zagrebu 95 kg/cm², na stambenoj zgradi u Novoj Gradiški 96 kg/cm² i t. d.

U pogledu ekonomičnosti građenja navest ćemo dva posve oprečna i karakteristična slučaja:

Na gradilištu HE Gojak, gdje se beton proizvodi na naučnoj bazi, postignute su za MB 220 sa 270 kg cementa na 1 m³ betona čvrstoće nakon 28 dana 224 do 346 kg/cm² od 18 serija ispitivanja, a na gradnji parketarne u Đurđenovcu za MB 220 postignuto je sa 400 kg cementa na 1 m³ betona i sa botovskim agregatom 105 kg/cm². U potonjem slučaju utrošeno je dakle 130 kg cementa više u vrijednosti od preko 2000 Din po 1 m³, a dobiven je beton napola slabiji od tražene marke. To je najbolji dokaz, da naša građevinska operativa ima i te kako računa da organizira proizvodnju betona na suvremeni način preko stručnjaka, koji raspolažu sa dovoljnim znanjem za taj posao, a uz pomoć Instituta građevinarstva. To se naročito odnosi na frakcioniranje agregata, što je uostalom i propisano u PTP točka 6.8.

2. Miješanje aluminatnog i portland cementa

Na gradnji Bolnice u Šibeniku utvrđeno je, da je za armirano-betonsku međuspratnu konstrukciju bila predviđena MB 220, a da je stvarno postignuta čvrstoća samo 75 kg/cm². Ustanovljeno je, da je tome razlog, pored ostalog, što je izvođač dodao običnom portland cementu izvjesni procenat aluminatnog (lafarž) cementa.

Građevno poduzeće »Zagorje« Varaždin dalo je na prethodno ispitivanjpe seriju betonskih kocaka od betona izrađenog sa 30 kg aluminatnog cementa i 270 kg portland cementa. Tražena je marka betona 220, a postignuta je čvrstoća 40 kg/cm².

Upozoreni su građevinski inspektori, da ni u kom slučaju ne odobravaju miješanje različitih vrsti cementa za pripremanje betona za konstruktivne dijelove građevinskih objekata, jer je poznato, da portland cement i aluminatni cement međusobno kemijski reagiraju, a posljedica tih reakcija je obično znatno smanjenje vremena za početak vezivanja i smanjenje čvrstoće betona.

3. Drvo za građevinsku stolariju

U komisijskim izvještajima o tehničkim pregledima završenih građevinskih objekata utvrđen je u mnogim slučajevima loš kvalitet građevinske stolarije. Vrata i prozori su izvitopereni, a uljeni nalič se ljušti, iako nije prošlo ni godinu dana od ličenja. Razlog je toj pojavi uglavnom proizvodnja građevne stolarije od nedovoljno prosušene drvene građe.

Ogromne štete, koje time nastaju, ne očituju se samo u smanjenju vrijednosti građevinskih objekata, već i u brzom propadanju uljanog naliča, kao i u povećanoj potrošnji goriva za zagrijavanje prostorija zimi zbog smanjene termičke izolacije.

Iako postoje izvjesne objektivne poteškoće kod nabavljanja prvoklasne suhe stolarske građe, ne može se dopustiti proizvodnja loše građevinske stolarije, pa treba svim raspoloživim zakonskim sredstvima sprečavati nekvalitetnu proizvodnju.

Upućeni su građevinski inspektori, da povremeno kontroliraju kvalitet drvene građe; da u samim stolarskim radionicama odrede ispitivanje drveta u smislu točke 31 PTP za drvene konstrukcije.

Kako je takvo ispitivanje razmjerno jednostavno, može se ono izvršiti i u svakom priručnom gradilišnom laboratoriju ili sl.

Vlažnost drveta ne smije iznositi više nego što je to u revidiranom projektu predviđeno, a ukoliko to u elaboratu nije fiksirano, tada važi PTP i to za drvene konstrukcije 17 do 20%, a za građevinsku stolariju — za tvrdo drvo 8—10%, a za jelovu i smrekovu građu maksimum 12%.

5. Betonski čelik

Neka ispitivanja sa gradilišta Umag, Đurđenovac i sl. dala su negativne rezultate, t. j. za Č 37 čvrstoća na zatezanje bila je samo 20 do 25 kg/mm². Prema tome moramo kod betonskog čelika biti vrlo oprezni, a naročito kod sitnih profila, koji se zbog deficitarnosti sada nabavljaju iz svih mogućih izvora.

6. Cement

Rezultati ispitivanja cementa u I. polugodištu o. g. pokazuju nam, da je bilo slučajeva, da cement nije odgovarao novom standardu JUS B. C 1010/54., pa je potrebna stalna kontrola kvaliteta cementa na priručnim gradilišnim laboratorijima, a pored toga treba svaku pošiljku iz novog mliva dati na ispitivanje kojem Institutu.

Ing. F. S.

Kongresi i sastanci

IV. MEĐUNARODNI KONGRES ZA MEHANIKU TLA I FUNDIRANJE

U Londonu je od 11. do 21. augusta ove godine održan IV. međunarodni kongres za mehaniku tla i fundiranje u organizaciji međunarodnog Društva za mehaniku tla i fundiranje i Britanskog društva građevinskih inženjera (I. C. E.).

Prvi takav kongres održan je 1936. godine na Harwardskom Univerzitetu u Cambridge, Mass., USA, kada se je sakupilo oko 50 inžeenjera koji su se bavili mladom naukom mehanike tla i fundiranja. Sastali su se, da bi izmijenili mišljenja i iskustva na području inženjerske djelatnosti, koja je stara koliko i naša civilizacija, ali u koje su racionalne naučne metode počele da se uvode tek početkom ovog stoljeća. Razvoj mehanike tla kao nauke počeo je tek naučnim teoretskim i laboratorijskim radovima Prof. Terzaghi, koji je bio organizator prvog kongresa 1936. godine, osnivač međunarodnog Društva za mehaniku tla i fundiranje i njegov pretsjednik do ove godine, kada je izabran doživotnim počasnim pretsjednikom Društva.

Upornim laboratorijskim radom i teoretskim studijama uspjelo je do danas objasniti mnoge osobine tla važne za građevinsku praksu, pa se projektiranje najraznovrsnijih objekata u kojima je zemlja u najširem smislu građevni materijal, ili koji svojim ogromnim težinama leže na tlu danas temelji na racionalnim naučnim metodama. Međunarodni stručni kongresi, odigrali su važnu ulogu u brzom razvoju jedne nove grane inženjerske nauke, jer su, omogućili svestranu kontrolu postignutih rezultata, uočavanje bitnih problema i podsticali njihovo laboratorijsko i teoretsko izučavanje.

Drugi svjetski rat prekinuo je za neko vrijeme tu korisnu razmjenu, pa je tek 1948. godine održan drugi kongres u Rotterdamu, na kojem je u 7 svezaka saopćenja iznesen vrlo bogati materijal sakupljen kroz prethodnih 12 godina rada.Treći kongres održan je u Zürichu 1953. godine.

Referati za IV. kongres sakupljeni su i objavljeni prije kongresa, a grupirani su u 6 sekcija, kako slijedi:

1. osnovne osobine tla i njihovo mjerenje, 46 referata,
2. tehnika vađenja uzoraka i ispitivanja na terenu, 10 referata,
3. fundiranje građevina, nosivost tla i fundiranje na šipovima, 61 referat,
4. ceste, željeznice i aerodromi, zbijanje i stabilizacija tla, 20 referata,
5. potisak tla na građevine i tunele, 13 referata,
6. nasute brane, pokosi i otvoreni iskopi, 30 referata,

Ukupno je podneseno 180 referata. Najveća pažnja posvećena je praktičnim pitanjima fundiranja građevina, zatim osnovnim osobinama tla, pa nasutim branama i stabilnosti kosina.

Referati prve sekcije obradili su rezultate ispitivanja i opažanja osnovnih osobina tla, geološke i regionalne faktore, koloidno kemijske osobine čestica tla i njihove međusobne povezanosti, upliv vode, koja ispunjava pore, zatim stezanje i bujanje, hidrauličke osobine tla, probleme smrzavanja tla, čvrstoću za smicanje i stišljivost tla. Diskusija o tim pitanjima pokazala je, da još mnogi problemi, naročito u vezi s osnovnim geomehaničkim parametrima tla, nisu riješeni. Izgleda da primjena saznanja iz reologije mogu doprinijeti boljem razjašnjenju tih pitanja. Općenito prihvaćeni izraz čvrstoće za smicanje, sličan Mohrovom, glasi:

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \varphi'$$

gdje je σ' efektivno normalno naprezanje među česticama tla (= ukupno naprezanje — tlak vode u porama). Osnovni faktori o kojima ovise parametri, naročito c', još nisu dovoljno objašnjeni, pa određivanje čvrstoće za smicanje kod stanovitih problema još nije mogućno s dovoljnom sigurnošću. Također ni pitanja u vezi sa sekundarnom konsolidacijom glinenih naslaga pod opterećenjem nije objašnjeno, pa za sada izgleda da je aproksimativno rješenje koje je dao Šuklje još najprihvatljivije. Sve te osnovne osobine ovise u velikoj mjeri o međusobnom djelovanju između vode i čestica tla, naročito tankog sloja vode uz čestice, koja ima osobine pseudoplastične tekućine. Daljnja istraživanja u tom smjeru možda će olakšati rješenje problema. Ispitivanje čvrstoće za smicanje ovisi u velikoj mjeri o stanju naprezanja tla, pa ovisi i o sistemu naprezanja uzorka koji se ispituje. Prva laboratorijska ispitivanja vršena su u aparatima za smicanje s određenom kliznom plohom u kojima stanje naprezanja nije definirano. Kasnije se je prešlo na ispitivanje uzoraka, koji su podvrgnuti određenom triaksijalnom naprezanju $\sigma_1 = \sigma_2 \neq \sigma_3$, na cilindričnim uzorcima. Sada se za određivanje upliva sistema različitih glavnih napona $\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$ na čvrstoću za smicanje primijenjuju prizmatični uzorci.

U drugoj sekciji iznesena su daljnja iskustva o mjerenju penetracionog otpora za određivanje osobina tla i pokusi, da se dade korelacija između rezultata dinamičkog i statičkog otpora. Ispitivanje prirodne zbijenosti pjeskovitih naslaga, koje do sada nije uspjelo riješiti na zadovoljavajući način vrši se po najnovijim metodama pomoću radioaktivnih izotopa i Geigerovog brojača, koji su montirani u jednoj sondi. Mjeri se intenzitet emisije neutrona, koji je u korelaciji sa zbijenošću pijeska.

U trećoj sekciji obrađeni su problemi nosivosti tla, raspodjele naprezanja i slijeganja, kao i pitanja nosivosti šipova u pijesku i u glini za vertikalno i kombinirano opterećenje i izvijanja vitkih šipova u mekom tlu. Savremeni račun nosivosti tla temelji se na primjeni teorije plastičnosti, ali točna rješenja mogućna su za sada samo u ograničenom broju slučajeva. Slijeganje temelja na glini sastoji se od tri komponente: neposredno, konsolidaciono i sekundarno slijeganje. Neposredno slijeganje računa se na temelju teorije elastičnosti, konsolidaciono iz teorije konsolidacije (Terzaghi) a sekundarno se većinom zanemaruje, ali rješenje koje je dao Šuklje dozvoljava ekstrapolaciju podataka dobivenih ispitivanjem uzoraka u laboratoriju. Fundiranje na šipovima je polje mehanike tla koje je do sada još najviše prepušteno empiriji. Opažanje, da su se i građevine, fundirane na šipovima koji su izvedeni po svim propisima, vremenom jako slegle, ponukalo je na preciznija ispitivanja i opažanja, koja postepeno vode razjašnjenju ovog problema. Napuštaju se nekad vrlo obljubljene formule za određivanje nosivosti iz podataka o zabijanju pilota, a sve se više oslanja na rezultate savjesnog ispitivanja uzoraka tla, penetracionog sondiranja i na proračun nosivosti koji oni omogućuju. Kod pilota u pjeskovitom tlu nosivost se sastoji od otpora trenja i otpora na šiljku. Grupe šipova, ako njihov međusobni razmak nije velik, imaju znatno veću nosivost od zbira nosivosti samih šipova. Kod šipova u glinovitom tlu nosivost se sastoji od otpora trenja. Adhezija tla na površini šipa samo je kod mekih glina jednaka koheziji tla, dok kod čvrstih glina nije veća od 4—6 t/m^2. Potrebna su daljnja opažanja naročito na starijim fundiranjima, da se ti rezultati još bolje potvrde, ali je svakako na mjestu oprez kod dimenzioniranja temelja na šipovima u glinovitom tlu. Mjerenja izvršena na građevinama fundiranim pomoću šipova na mekom glinovitom tlu pokazuju sada već velika slijeganja. Zanimljiva je primjena vrlo tankih i dugih željeznih šipova koji sežu do čvrstog tla za fundiranje građevina na debelim slojevima mekih glina. Ispitivanje izvijanja takovih šipova pokazuje, da i vrlo meko tlo pruža dosta veliki otpor protiv izvijanja.

Nekoliko referata daje prijedloge za proračun sile izvijanja ovisno o osobinama tla.

U četvrtoj sekciji obrađeni su problemi cesta, aerodroma i željeznica, u prvom redu zbijanje tla za nasipe i posteljicu, zatim određivanje nosivosti gdje se predlažu kombinacije između metode CBR i metode opterećenja pločom, i kemijske stabilizacije tla.

U petoj sekciji raspravljeni su problemi pritiska i otpora tla, i pritiska na tunelske obloge. Neki pokusi na modelima potvrdili su ispravnost teoretskih osnova pritiska i otpora tla, ali raspodjela pritiska na elastične građevine ne može se još pouzdano odrediti u svim slučajevima. Kod naprezanja obloge u tunelima opaženo je da je pritisak na fleksibilnu oblogu znatno manji od težine nadsloja tla kod deformacija između 1/200 do 1/400 promjera, dok kod krute obloge pritisak doseže težinu nadsloja a deformacije su manje od 1/1000 promjera tunela.

U šestoj sekciji iznesena su mnoga opažanja o ponašanju gotovih nasutih brana, ispitivanja za gradnju brana i kontrolu ugrađivanja materijala, zatim razni problemi stabilnosti kosina prirodnih padina, usjeka i iskopa građevnih jama. Proračun stabilnosti kosina još uvijek se temelji na više manje empirijskim pretpostavkama, pa treba očekivati daljnji razvoj primjene teorije plastičnosti za proračun ravnoteže i sloma opterećenih sipkih masa. Točno poznavanje koeficijenata čvrstoće materijala za smicanje od osnovne je važnosti. Izražavanje čvrstoće za smicanje kao funkcije efektivnog normalnog naprezanja i studije tlaka vode u porama opterećenog tla omogućuje nam pouzdanije određivanje čvrstoće i proračunavanje faktora sigurnosti kosina.

Referati sakupljeni u prva dva sveska Saopćenja s kongresa i treći svezak, u kojem će se objaviti diskusije, predstavljaju dragocjeni materijal za daljnje izučavanje mehanike tla i za njenu primjenu u rješavanju svakidašnjih problema inženjerske prakse.

Naši su stručnjaci sudjelovali na kongresu sa pet referata i to: Šuklje (Ljubljana) o sekundarnoj konsolidaciji glinenih slojeva, Krsmanović (Sarajevo) o dimenzioniranju temeljnih traka uzimajući u obzir i krutost konstrukcije, Radosavljević (Beograd) o proračunavanju grupa šipova, Kujundžić (Beograd) o anizotropiji brdskih masiva i Nonveiller (Zagreb) o pornom tlaku u brani Lokvarka. U diskusiji također su sudjelovali Milović (Beograd), Lazarević (Beograd), Strmac (Zagreb), Krsmanović (Sarajevo), Vesić (Beograd), a nekolicina su dali pismene priloge diskusiji (Kujundžić, Ladanji, Nonveiller, Rajčević i drugi). Doprinos naših stručnjaka na ovom kongresu pokazao je, da je naša zemlja na području ove primijenjene nauke stala ravnopravno uz bok drugih zemalja koje imaju znatno dulju tehničku tradiciju.

Za vrijeme rada kongresa priređeno je nekoliko kraćih ekskurzija na geomehanički interesantne objekte. Među ostalim učesnici su posjetili i veliko klizište Warren kod Folkestone-a. Tu je uslijed erozije morske obale u nekoliko navrata došlo do klizanja terena u velikim razmjerima, pa je 1915. klizanje oštetilo i zatrpalo željezničku prugu na duljini od cca 3 km tako, da je promet između Folkestone i Dover bio prekinut do 1919. godine. Pokreti su uzrokovani podlokavanjem obale uslijed djelovanja morskih valova, pa mase lapora postepeno klize na glinovitoj podlogi. Radovi na stabilizaciji tog područja još su uvijek u toku i sastoje se od gradnje potpornih zidova radi zaštite od erozionog djelovanja valova, s opterećenjem stope klizišta i od drenaža pomoću tunela.

Isto tako organiziran je pregled raznih geomehaničkih laboratorija, među ostalim Imperial College-University of London, Road Research Laboratory, Soil Mechanics Ltd, Building Research Station, George Wimpey Co. ltd.

Poslije kongresa priređeno je nekoliko ekskurzija kroz Englesku i Škotsku radi posjeta raznih geomehanički interesantnih objekata.

Na kongresu je sudjelovalo oko 1000 učesnika iz cijeloga svijeta; iz naše zemlje bilo je 17 inženjera i geologa.

N.

Iz inozemnih časopisa

KONSTRUKCIJA RIJEČNE BRANE CHAINAT U TAJLANDU

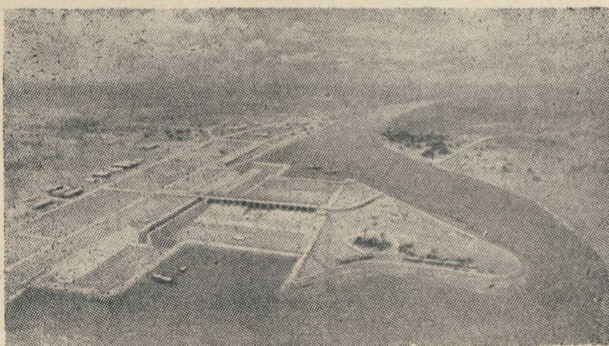
(The Engineer, Vol 203 No 5278 od 22. IV. 1957.)

Ova brana sagrađena je 180 m uzvodno od grada Bangkoka na rijeci Chao Phya i predana je upotrebi početkom ove godine. Služi za natapanje uzvodnih polja, za riječnu plovidbu i kontrolu velikih voda. Nivo rijeke je podignut za 9 m. Ispusne splavnice propuštaju do 6500 m^3 vode u sekundi. U brani je ugrađena i brodarska komora. Uspor vode omogućuje opskrbu razgranate mreže irigacionih kanala vodom, koja natapa ogromno područje od 14000 ha plodnog zemljišta, uzvodno od grada Chamat, gdje će biti moguća dvostruka žetva godišnje.

Glavni kanali za natapanje imaju ukupni kapacitet od 7400 m^3 vode u sekundu. Podizanjem te brane omogućit će se i riječna plovidba na rijeci Chao Phya i njenim uzvodnim pritokama Noi i Subhan. Izgradnja brane trajala je 4$^1/_2$ godine.

Brana je podignuta u prokopanom kanalu kod jednog oštrog zavoja rijeke. Staro korito je pregrađeno nasipom, koji služi i za autocestu za drugu obalu. Zaštitni nasip se produžuje dalje uzvodno na obje obale rijeke, i na njemu su također položene auto ceste.

Gradilište je opskrbljeno modernom mehanizacijom. Nabavljeni su eskavatori, derik kranovi, dizel lokomotive, elektrogeneratori, centrifugalne crpke, dizelmotori s kompresorima i pneumatske bušalice s raznim alatljikama i ostalim napravama strojarskih radionica. Na obali su upotrebljeni i traktori i skreperi. Svi ti strojevi dovezeni su iz Evrope i Amerike;

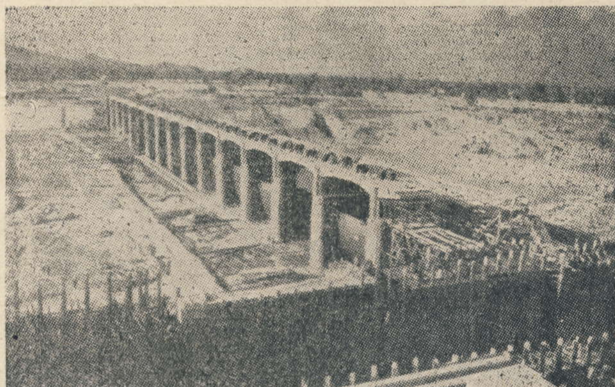


Sl. 1 — Diorama gradilišta brane

cement za gradnju dopremljen je iz Japana. Najveći problem na gradilištu bilo je crpljenje vode iz građevne jame. Dubina jame bila je 10 do 15 m. Iskop zemlje je vršen pokretnim skreperom na gumenim točkovima. Odvoz zemlje je obavljan traktorima i gusjeničarima s mehaničkim utovarivačima. Novo riječno korito je iskopano djelomično i obalnim eskavatorima, a ostalo crpkama i bagerima hvatačima,

koji su odstranjivali zemlju u rijeku, ukoliko se ona nije odvažala u obalne zaštitne nasipe. Iskopano je 3 miliona kubika pijeska, mulja i gline. Kako je obala rijeke niža od razine najviše poplavne vode, temeljna jama je morala biti okružena 2,5 m visokim provizornim nasipom ukupne dužine od 4 km.

Tlo ispod 8 m debelog gornjeg sloja bilo je vrlo propusno za vodu, pa je trebalo izraditi opsežan sistem bušenih bunara dubine 3,5 do 8,5 m za umjetno sniżavanje nivoa podzemne vode. Crpljenje vode vršeno je dano-noćno kroz sve četiri godine građenja. Za vrijeme poplava crpilo se dnevno 4,5 hiljada m³ vode u jednom satu. Voda je iz bunara crpljena u otvorene rezervoare, smještene unutar jame, odakle je izbacivana preko nasipa drugim sistemom crpki, koje su imale promjer 20 i 30 cm. Zbog velikog priliva vode vršen je dublji iskop, postepeno, u manjim površinama, okruženima sa četiri reda bušenih bunara. Za vrijeme kišnog perioda nisu se u blatu mogla upotrebiti vozila i strojevi na gumenim točkovima. Jedan dio riječnog nanosa transportiran je vagonetima, utovarenima iz obalnih bagera. Glavni dio brane je izveden od armiranog betona. U šestnaest otvora brane ugrađene su segmentne splavnice, nabavljene iz Njemačke. Rukovanje splavnicama se vrši pomoću električnih motora, postavljenih na armiranom betonskom mostu za poslugu. Omogućeno je i ručno dizanje i spuštanje segmenata. Preko brane je sagrađen i armirani betonski most za motorna vozila od 20 tona. Ispod temelja brane zabijena su četiri reda čeličnog žmurja dužine 4 do 10 m. Temelj riječne brane je izrađen od armiranog betona, debljine 1,5 do 4,75 m i širine od 2,7 m. Uzvodno od brane je korito rijeke obloženo 40 m širokom armiranom betonskom pločom, debljine 1 do 2,6 m, a nizvodno je u širini od 30 m popločano 1 m širokim betonskim blokovima na izravnanom sloju kamenog i pješčanog filtera. Blokovi su međusobno naknadno spojeni betonom, a temelji brane su na svojim dilatacionim sastavcima spojeni kaučukovim trakama.

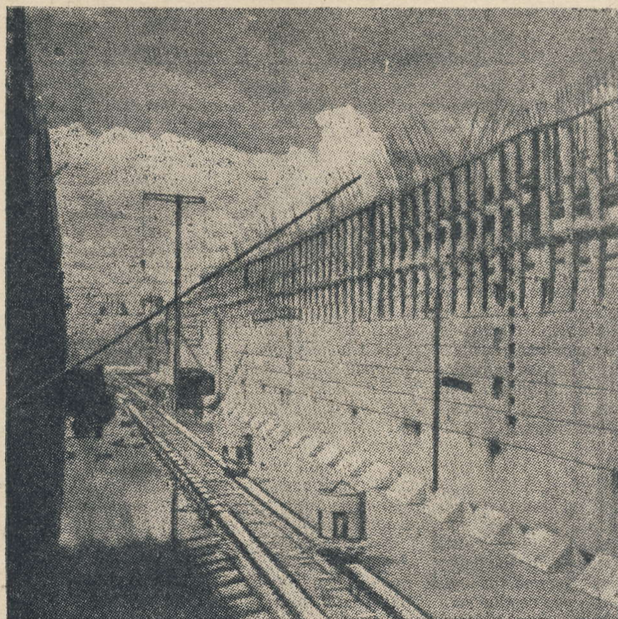


Sl. 2 — Pogled na građevnu jamu brane

Dalje nizvodno korito je još zaštićeno 20 m širokim i 1 m debelim slojem kamenog nabačaja. Porozno uzvodno dno rijeke brtveno je naslagom gline. Obalni nasipi obloženi su prema rijeci betonskim pločama, izrađenima na licu mjesta i položenima na kameni filtar u nagibu 1 : 1,5. Uz branu je podignuta i brodarska splavnica na armiranoj betonskoj temeljnoj ploči, 3 m debeloj. Vertikalni zidovi splavnice su dolje debeli 6 m, visina im je 15 m. Dvostruka vrata splavnice visoka su 14,2 i 7,5 m; nabavljena su iz Njemačke. Otvaraju se pomoću električnih motora i ručno, s automatskom kontrolom izjednačenja vodne razine. Punjenje splavnice traje 10 minuta. Nad splavnicom je čelični pokretni most sa drvenim kolnikom, pokrivenim bitumenskim zaštitnim slojem. Most se otvara električno i ručno. Čelični konstruktivni dijelovi segmenta, vrata splavnice i mosta transportirani su na gradilište u težinama od po 10 tona i ondje sastavljeni pomoću montažnih zakovica. Ulaz u brodarsku splavnicu ograđen je betonskim vodicama na armiranim betonskim pilotama presjeka 35/35 i dužine 14 m. Pobijani su maljevima od 10 tona.

Izrađeno je 150000 m³ visokovrijednog betona, koji je bio stalno kontroliran u laboratoriju na gradilištu. Upotrebljeni su pneumatski pervibratori i naročiti cement, koji ne razvija visoku temperaturu. Gotov beton hladen je vodom, efekt skupljanja betona je eliminiran izradom naizmjeničnih susjednih blokova u intervalu od najmanje 5 dana. Granitni tucanik dobavljen je iz bliskih kamenoloma automobilima i šlepovima. Miješan je sa riječnim šljunkom, tako da je dobivena gusta i lako obradiva betonska smjesa. Agregati i cement su dovažani do miješalice vagonetima i dizel lokomotivom. Odvoz je vršen istim načinom. Mnogo betona je ulagano u oplatu posudom od 1 m³ zapremine i pomoću derik krana. Najviše je upotrebljavana klizna oplata od »teak« drveta s okvirima od »mai yang« greda. Visina oplate je bila 1 do 2 metra. Oplata je upotrebljena na gradilištu do četrdeset puta. Ugrađeno je 7000 tona čelične armature i čišćeno prije toga pješčanim mlazom. Nakon završetka izgradnje brane, početkom 1956., trebalo je zatvoriti staro korito nasipom. U tu svrhu prosječena je pregrada između novo prokopanog kanala i temeljne građevne jame, za vrijeme niskog vodostaja u rijeci. Rijeka je napuštena preko brane srednjim najdublje izrađenim prosjekom. Nakon toga se pristupilo izradi nasipa preko starog korita rijeke pod zaštitom uzvodnog i nizvodnog provizornog nasipa. Dno nasipa očišćeno je od mulja i iscrpljena je voda. Izvršeno je zasipanje dna nasipa pijeskom i glinom, koji je uvaljan ježevima i transportnim skreperima na gumenim točkovima. Na lijevoj obali podignuta je mala električna centrala s jednom Francis turbinom od 400 kW za rasvjetu i pogon motora na brani, mostu i vratima splavnica kao i u radionicama za popravak postrojenja.

Na gradnji je bilo zaposleno preko 2500 radnika i žena, većinom iz Sijama. Kvalificirani radnici bili su Kinezi. Nadzor i rukovodstvo vršilo je pet civilnih inženjera s potrebnim brojem poslovođa evropskog podrijetla. Za radnike je podignuto naselje u barakama na pilotima. Naselje je snabdjeveno filtriranom i kloriranom vodom iz rijeke i bušenih bunara. Tečno gorivo se dovozilo šlepovima i spremljeno je u 50 tonske cisterne na obali rijeke. Izgrađen je već jedan



Sl. 3 — Pogled na dovršavanje brodarske komore

dio irigacionih kanala, a ostali će biti gotovi koncem 1959. godine. Investicioni troškovi gradnje skupa s kanalima i regulacionim napravama na rijeci iznosit će 20 miliona livra sterlinga.

M. K.

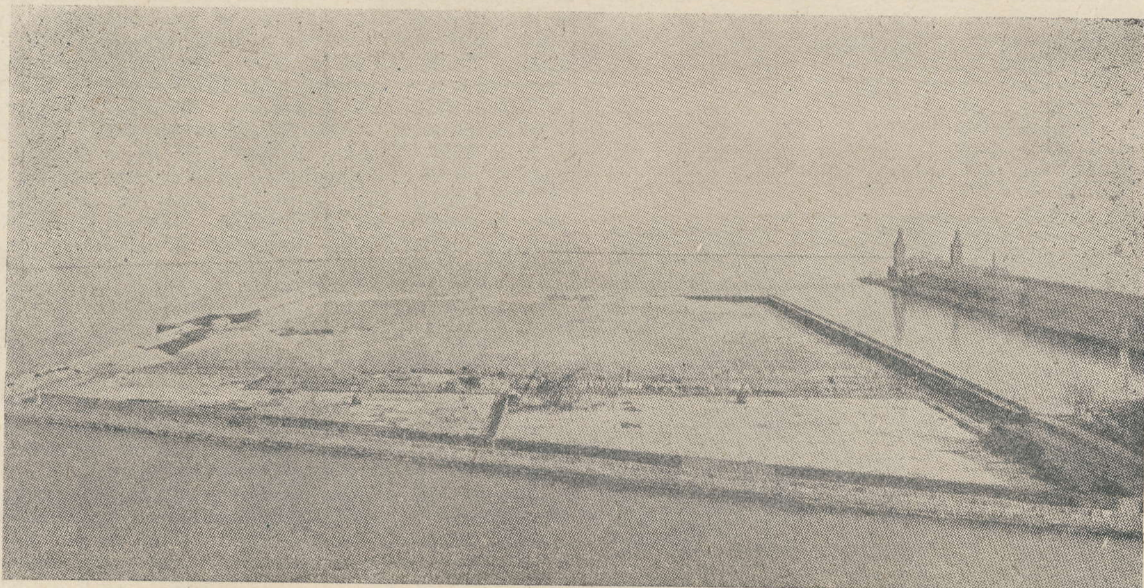
CHICAGO GRADI VELIKU FILTARSKU STANICU

(Engineering News-Record, New York, juni 1957.)

Kad bude dovršena, što će biti potkraj 1961. god., filtarska stanica za centralni i sjeverni dio grada Chicago bit će daleko najveća filtarska stanica na svijetu. Ona će imati kapacitet 3,6 miliona m³ vode na dan, a njezino građenje će stajati 90 miliona dolara. Dosada su izdani na izvedbu radovi u visini od 35 miliona dolara.

Diskusije o podizanju uređaja za filtriranje vode u Chicagu traju od 1925. g. naovamo. Građenje stanice za filtriranje južnog distrikta započelo je 1938. g., u probni pogon je stanica stavljena 1945. g., a u redovni 1947. g. Odonda se na toj stanici (dosada najvećem uređaju za filtriranje vode u SAD) prikupljaju iskustva, koja će se iskorišćivati na novoj stanici za centralni i sjeverni distrikt. Ispituju se mogućnosti ubrzanog filtriranja (umjesto 1,2 miliona m³ stanica je povremeno filtrirala 2 miliona m³ vode dnevno), nove metode rukovanja s kemikalijama, novi tipovi opreme i t. d.

Izrada projekata za uređaje za filtriranje vode u centralnom i sjevernom distriktu počela je 1940. god. U prvim projektima bile su predviđene zasebne stanice za svaki distrikt. U daljnjoj razradi pala je odlu-



ka, da se gradi samo jedna stanica, i to u blizini glavne crpne stanice za centralni distrikt, na plićini u jezeru, koja će se umjetno isušiti, a koje mjesto najbolje odgovara sa pogonskog stanovišta i sa stanovišta ekonomičnosti izgradnje. Radi isušenja gradilišta, koje ima površinu 25 hektara, treba izvesti 2 km nasipa u jezeru. Niske gradnje zauzimaju površinu od 180 hektara, a visoke gradnje površinu od 93 hektara. Glavne stavke u niskoj gradnji predstavlja zabijanje 115 000 drvenih pilota, izrada 200 000 m³ betona, 37 000 tona betonskog čelika i 1 000 tona liva.

Građenje je bilo početo 1951. god., ali je 1953 god. bilo obustavljeno, jer su privatni vlasnici susjednih zemljišta na obali uspjeli kod suda dokazati, da su građenjem nove stanice oštećeni. Godinu dana kasnije vrhovni sud je izmijenio odluku nižih sudova i otada radovi napreduju normalno.

Sva voda za Chicago crpi se iz jezera Michigan, ali stanovnici u svim dijelovima grada sada ne dobivaju iz vodovoda vodu iste kvalitete. Postoje tri samostalna područja za snabdijevanje vodom (sa zasebnim kaptažama, crpnim stanicama, glavnom i razvodnom mrežom): sjeverni distrikt (1 milion stanovnika), centralni distrikt (1,8 miliona stanovnika) i južni distrikt (1,4 miliona stanovnika). Za južni distrikt voda se filtrira, dok se u dva preostala distrikta (centralnom i sjevernom) voda ne filtrira, već samo klorira.

Voda iz jezera Michigan ima normalnu prosječnu mutnoću 0,01‰, ali ponekad, za vrijeme oluja na jezeru i poslije njih, mutnoća prelazi i 0,15‰.

Razlog zašto se najprije pristupilo primjeni filtriranja u južnom distriktu jest taj, što je to područje najviše industrijalizirano i ima otpadne vode; iako je pročišćavanje te vode obavezno, tu se u većoj mjeri zagađuje voda u jezeru nego u drugim distriktima.

Javna zdravstvena služba u SAD propisuje da za vodu, koja će se sterilizirati prostim kloriranjem, indeks koliformnih bacila smije iznositi najviše 50 na 100 cm³. Rezultati bakteriološkog ispitivanja sirove vode u jezeru Michigan prekoračili su u 1956. god. u 33 slučaja tu granicu (u jednom slučaju indeks je dosegao 270 na 100 cm³). Prosječni godišnji indeks (»najvjerojatniji broj«) za tu godinu je iznosio 38,59.

Treba, međutim, spomenuti da je bakteriološki kvalitet vode, koja se davala u mrežu, bio mnogo bolji. Prosječni godišnji indeks iznosio je u južnom distriktu 0,026 na 100 cm³, a u centralnom i sjevernom distriktu 0,143, dakle znatno manje nego zahtijeva američki standard za pitku vodu u vodovodima (1 na 100 cm³).

B. P.

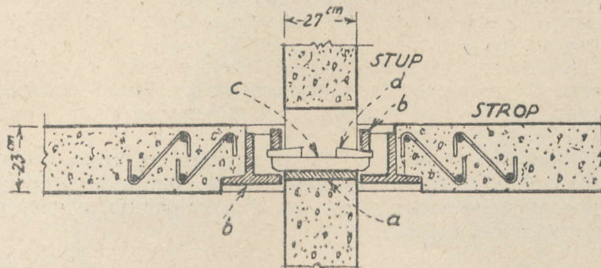
LIFT-SLABS NA STUPOVIMA IZ BETONA

(Engineering News-Record, New York, juni 1957.)

Nosivi stupovi za takozvane lift-slabs, stropove koji se betoniraju na podu prizemlja, a zatim hidrauličkim dizalicama dižu na svoje pravo mjesto, redovno su od čelika. Na internatu gimnazije u Wingate (SAD) upotrebljen je sistem lift-slabs u vezi sa montažnim stupovima iz armiranog betona. Zgrada ima 3 etaže (prizemlje i dva kata).

Stupovi su dužine 8,20 m i presjeka 56/27 cm. Betonirani su u horizontalnom položaju na zemlji. Na odgovarajućim mjestima, za spoj sa stropovima, ostav-

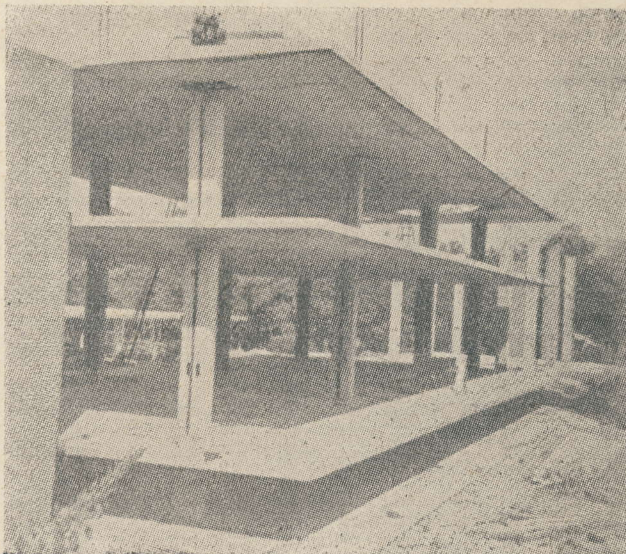
ljene su u stupovima po 2 rupe na čitavu širinu stupa, otvora 6 × 23 cm. U rupe su ubetonirane ležajne pločice *a*, debljine 2,5 cm (sl. 1). Na armaturu su u pod-



Sl. 1

nožju stupova zavarena prije betoniranja po 2 kutna željeza profila 150/100/9 mm. Kad su stupovi otvrdli, dignuti su u vertikalan položaj i ukotvljeni u betonske temelje vijcima kroz kutna željeza.

Poslije montiranja stupova navučene su na njih i spuštene sve do poda specijalne čelične ogrlice *b*. Položena je armatura za strop nad prizemljem i u blizini stupova zavarena na ogrlice, a zatim je izvršeno betoniranje stropne ploče. Poslije stvrdnjavanja prve stropne ploče na njoj je po istom postupku izbetonirana ploča za strop nad prvim katom, a na toj ploči treća ploča (za strop nad drugim katom).



Sl. 2

Kad su ploče dovoljno očvrsle, dignute su na pravu visinu hidrauličkim dizalicama smještenim na vrhu stupova i zatim su spojene sa stupovima pomoću spomenutih ogrlica. Spajanje je izvršeno ovako: kroz rupe u stupu i ogrlici uvučeni su odozgo čelični trnovi *c* (kvadratnog presjeka 5/5 cm), klinovima *d* reguliran je i fiksiran točan položaj stropa i najzad je cijeli spoj zaliven cementnim mortom.

B. P.

MJERENJE VELIKIH UDALJENOSTI POMOĆU MIKROTALASA

(Engineering News-Record, New York, maj 1957.)

Najnoviju spravu za mjerenje udaljenosti pomoću mikrotalasnog radio sistema opisao je pronalazač T. L. Wadley pred kraljevskim geografskim društvom u Londonu u aprilu 1957.

Nova metoda treba da zamijeni direktno mjerenje geodetskih baza i triangulaciju u uslovima slabe vidljivosti ili na teškim terenima. Ona će biti od dragocjene koristi i za kontrolu avionskog snimanja, i za hidrografske svrhe. Kod manjih udaljenosti, ispod 300 m, nova metoda ne dolazi u obzir.

Pronalazač tvrdi, da se promatranja mogu uspješno vršiti kroz maglu, dim i laku kišu. Usmjerenje radio zraka dovoljno je da bude grubo približno.

Sprava mjeri kosu udaljenost, a preračunava se na horizontalnu udaljenost uzevši u obzir i visinsku razliku, koja se utvrđuje pomoću barometarskog mjerenja.

Proširen je prigovor, da je utjecaj vlage na brzinu radio valova nepovoljna okolnost, no Wadley tvrdi, da je upliv vlage od malog značenja i da meteorološka ograničenja potječu uglavnom od nesigurnosti u temperaturi.



Promatranja se vrše na glavnoj stanici, dok jedan operater na udaljenoj stanici vrši razna ukapčanja prema direktivama, koje prima iz glavne stanice radiotelefonski. Emisioni i pomoćni aparat imaju reflektor paraboličnog oblika, a teže po 7,5 kg svaki. Isto toliko su teške i sprave za snabdijevanje aparata energijom. Barometar i higrometar dopunjuju opremu stanica.

Glavna stanica emitira radio talase, koji se odbijaju od aparata na pomoćnoj stanici. Val koji se vraća na glavnu stanicu hvata se na osciloskopu, koji pokazuje trajanje puta vala.

Čitanja na osciloskopu u milimikrosekundama se korigiraju s obzirom na temperaturu, vlažnost zraka i barometarski tlak, a zatim preračunavaju na udaljenost množenjem sa brzinom vala.

Za kontrolu nove metode mjerene su tri triangulacione mreže u Južnoj Africi. Na jednoj od baza, dugoj 19 km, procijenila je Južnoafrička geodetska uprava vjerojatnu grešku sa 1 : 868 000.

Prema pronalazaču vjerojatna greška sastoji se od dva dijela:

— konstante, vezane za instrument, koja za prosječnog promatrača iznosi 5 cm bez obzira na mjerenu udaljenost;

— promjenljive greške, ovisne o meteorološkim ograničenjima (temperaturi i t. d.), koja raste proporcionalno sa mjerenom udaljenosti i iznosi 3 mm na 1 km.

Prema mišljenju pronalazača promjenljiva greška potječe uglavnom od toga, što odčitane temperature ne daju vjernu sliku prilika na stazi.

Sprava se već proizvodi tvornički i nalazi se u prodaji.

B. P.

GRADNJA MOSTA PREKO GANGESA OD NAJVEĆE JE VAŽNOSTI ZA INDIJU

(Engineering News-Record, New York, maj 1957.)

Kod mjesta Mokemah gradi se uz trošak od 34 miliona dolara most preko rijeke Ganges, koja je tu 4 km široka. Mjesto Mokemah leži po prilici na pola puta između Benaresa i utoka Gangesa u more. Na tom potezu rijeke, dugom 800 km, nema sada nijednog mosta.

Riječni stupovi (15 glavnih i 4 prilazna) dogotovljeni su krajem maja 1957. i već se pristupilo montaži čelične konstrukcije mosta. Čelik je dobavljen iz Engleske.

Na mjestu odabranom za gradnju mosta Ganges teče u dva rukava: glavni (južni) i sporedni (sjeverni). Most se gradi samo preko glavnog korita rijeke (južnog rukava), dok se preko sjevernog rukava izvodi nasip prosječne visine 12 m. Zato je most upola kraći nego što iznosi širina riječne doline, ali zemljoradnje (uračunavši i obalni nasip za skretanje vode u korito) iznose 2,3 miliona m^3!

Korito rijeke sastoji se od finog pijeska s primjesama ilovastog mulja, i stupovi su fundirani pomoću otvorenih kesona, spuštenih na dubinu od 49 m ispod male vode.

Most ima 14 polja po 131 m raspona i 4 kraća polja. Mosna konstrukcija ima dvije etaže. Donja je predviđena za željezničku prugu sa dva kolosjeka, a gornja za cestu širine 7,3 m.

B. P.

Iz društva građevinskih inženjera i tehničara NR Hrvatske

I. TEČAJ ZA IZRADU ASFALTNIH ZASTORA

U nizu ovogodišnjih tečaja, Društvo građevinskih inženjera i tehničara Hrvatske, Podružnica Zagreb održala je od 5. VIII. do 15. VIII. 1957. I. tečaj za izradu asfaltnih zastora na putevima.

Program tečaja sastavljen je dogovorno s našim najpozvanijim stručnjacima iz tog područja. Tečaj je bio podijeljen u dva dijela: teoretski (6 dana) i praktični dio (4 dana).

Teoretski dio tečaja trajao je 46 sati, a obuhvatio je teme:

— osnovna vezna sredstva (crna veziva),
— mineralni agregat,
— filer,
— mase za zalivanje,
— asfaltni kolovozi: principi, alati i strojevi, izvođenje, organizacija gradilišta i proizvodni troškovi,
— održavanje kolovoza,
— ispitivanja, terenska i laboratorijska.

Praktični dio tečaja trajao je tri dana i obuhvatio je:

— upoznavanje organizacije radova na terenu,
— pregled proizvodnje na pripremi agregata u kamenolomu,
— pregled rada u asfaltnim bazama,
— pregled radova ugradbe na gradilištima.

Tečaju je prisustvovalo 17 polaznika, od toga 1 inženjer, 15 tehničara i 1 građevni poslovođa. Svi polaznici su iz NRH.

Kao predavači sudjelovali su: Ing. Dinka Perišić — Tvornica »Katran« Zagreb; Prof. Dr. Luka Marić — Rudarski fakultet Zagreb; Ing. Vladimir Bedeković, Ing. Marijan Gabrić i Ing. Ljubo Šarić — svi iz Instituta građevinarstva Hrvatske u Zagrebu; Ing. Stanko Žepić i Ing. Vinko Studak iz Direkcije za ceste NRH; i Ing. Vilko Heruc — »Viadukt« Zagreb.

Predavanja održavana su uglavnom u velikoj dvorani DIT-a u Berislavićevoj ulici 6, praktični laboratorijski dio održan je u Institutu građevinarstva Hrvatske, dok je petrografski dio Prof. Dr. L. Marića održan na Tehničkom fakultetu, uz demonstraciju u zbirci.

Praktični dio tečaja bio je: prvi dan pregled popravaka na cesti Zagreb—Karlovac i posjeta kamenolomu Viadukta u Zvečaju; drugi dan posjeta asfaltnoj bazi Viadukta u Sisku, pregled radova na putovima gradilišta Željezare u Sisku i pregled radova na gradilištu izgradnje ceste Sisak—Popovača; treći dan pregled asfaltnih baza u Zagrebu poduzeća Viadukta i Ceste, pregled radova na putovima gradilišta Tvornice parnih kotlova na Žitnjaku i gradilišta na Zagrebačkom Velesajmu.

Detaljniji osvrt o radu tečaja bit će dat u jednom od narednih brojeva.

J. C.

Bibliografija

NAŠE GRAĐEVINSTVO — God. XI, br. 10, oktobar 1957, Beograd: Vlahović: Geologija Nikšićkog polja i mogućnost stvaranja vještačkih akumulacija u njemu, I deo. — Šuklje: Stabilnost kanalskih kosina u glinasto-prašinastom tlu. — Ferušić: Iskustvo primene radio-izotopa u našoj industriji, III. deo.

CESTE I MOSTOVI — God. V, br. 8 kolovoz 1957., Zagreb: Dabić: Fundiranje na šipovima. — Radičević: Konture urbanističkih zakonitosti i javnom saobraćaju putnika na cestama i položaj Zagreba. — Mazur: Gradnja mosta preko rijeke Orljave u Sl. Požegi. — Sasson: Obnavlja se javni saobraćaj u našim gradovima.

Ispravci:

U Građevinaru broj 9, u članku ing. Ljubenkovića »Kritički osvrt na proračun količine vode za navodnjavanje« ispravi:

Na str. 238, u 24. redu odozdo, uz »iz priložene tablice«, dodaj:

Transpiracioni koeficijent glavnijih biljnih kultura

Biljna kultura	Transpiracioni koeficijent	
	od	do
Kukuruz	175	388
Proso	159	418
Šećerna repa	397	1638
Pšenica	235	1530
Ječam	258	506
Pirinač	337	812

Na str. 238, formula u 3. redu ispod tabele, treba da glasi:

$$M_{isp} = 10 [n_t \cdot e_1 + (T - n_t)e_2] = 10 [n_t (e_1 - e_2) + T \cdot e_2]$$

Na str. 240, 5. red odozgo i u glavi tabele za šećernu repu, mjesto 2,548 treba da stoji 25,4

Na str. 241, u legendi ispod slike treba da stoji: - - - - Pogrešan proračun F = p⁰/₀ t⁰ C, —— Ispravan proračun F = p⁰/₀ (1,8 t⁰C + 32) . 25,4, a mjesto »Grafički pregled . . . . . + 32) mm« treba da stoji: Uporedni dijagram faktora ukupne potrošnje (F) po formuli: F = p⁰/₀ t⁰C mm i F = p⁰/₀ (1,8 t⁰C + 32) . 25,4 mm

